



Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de Ingeniería Mecánica
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de Fin de Grado

Proyecto industrial, viabilidad económica y comercialización de una motocicleta de competición

AUTOR: FCO. JAVIER HOLGADO HERNÁNDEZ

DIRECTOR: JUAN CARLOS GARCÍA PRADA

TUTOR: RAÚL ASHLEY KEY SÁNCHEZ

Leganés, octubre de 2015

**Título: PROYECTO INDUSTRIAL, VIABILIDAD ECONÓMICA Y
COMERCIALIZACIÓN DE UNA MOTO DE COMPETICIÓN**
Autor: FCO. JAVIER HOLGADO HERNÁNDEZ
Director: JUAN CARLOS GARCÍA PRADA
Tutor: RAÚL ASHLEY KEY SÁNCHEZ

EL TRIBUNAL

Presidente:

Vocal:

Secretario:

Realizado el acto de defensa y lectura del Trabajo de Fin de Grado el ____
de _____ de 2015 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de
la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de ____
_____.

VOCAL:

SECRETARIO:

PRESIDENTE:



AGRADECIMIENTOS

Para todas las personas que han estado a mi lado, todas las personas que me han apoyado y han hecho posible de un modo u otro realizar todo este proyecto. Gracias a mi familia, mis padres y mi hermano, por esa mano invisible que tanto me ayuda a avanzar. Gracias al amor de mi vida, Beatriz, por guiarme a encontrar la ilusión y las fuerzas para terminar este pedregoso camino. Gracias, compañeros, por devolver esa vocación que fácilmente se pierde entre tantas materias.

A todas estas personas:

Muchas gracias



Resumen

Este proyecto está enmarcado dentro del reglamento de la Fundación Moto Engineering Foundation (MEF) realizándose una parte del proyecto industrial que la competición MotoStudent IV propone.

El proyecto consta de dos partes fundamentales:

En primer lugar, la organización del mismo equipo de la Universidad para poder participar en la competición. Para ello, se realizará el desarrollo del equipo desde el principio, partiendo de cero, y solo contando con la experiencia en la competición de otros años. Esta organización se basa en el calendario propuesto. Se explican las medidas de control sobre el equipo y todas las actividades que se llevan a cabo para un desarrollo exitoso del proyecto global.

En segundo lugar, el proyecto se basa en el diseño, desarrollo y proceso de fabricación de una motocicleta de competición para circuito de velocidad, con una previsión de producción en serie anual de 600 unidades. Para la Categoría «MotoStudent Petrol» se establece un coste de fabricación de 4.850 €. Dentro de este apartado se elegirá el emplazamiento de la fábrica, el sistema de montaje, el modelo de negocio y un estudio de mercado.



Abstract

This project is included within the regulation of Moto Engineering Foundation (MEF), carrying out part of the industrial project proposed by the MotoStudent IV competition.

The project is comprised of two parts:

First, organising the University's own team to be able to take part in the competition. To this end, the team will be built from scratch, starting from the ground up and taking into account only the experience gained in competitions from previous years. This organisation is based on the proposed schedule. It includes an explanation of the control measures for the team and all the activities necessary for the successful implementation of the overall project.

Second, the project is based on the design, development and manufacturing process of a racing motorcycle for a speed circuit, with an estimated annual production of 600 units. For the 'MotoStudent Petrol' Category, the manufacturing cost is established at €4,850. This section includes choosing the location of the factory, the assembly system, the business model and a market study.



Índice

1. Introducción	1
2. Reseña histórica de la motocicleta	2
2.1. Tipos de motocicleta de carretera	4
2.2. Tipos de motocicleta de campo	7
2.3. Fabricantes de motocicletas en España	9
3. Planificación	11
3.1. Organización	13
3.2. Primer diseño y primera fabricación	13
3.3. Rediseño	14
3.4. Preparación de planos	14
3.5. Ofertas de fabricación y compra de piezas definitiva	14
3.6. Montaje	15
3.7. Calibración, reparaciones y modificaciones	15
3.8. Transporte	15
3.9. Competición	16
4. Procesos de control	18
4.1. Control de ingeniería	18
4.2. Control de compras	19
4.3. Control de proveedores	19
5. Metodología. Proyecto Industrial	21
6. Descripción de piezas y costes	23
6.1. Ruedas	23
6.2. Sistema de frenos	25
6.3. Sistema de embrague	28
6.4. Chasis	30
6.5. Suspensiones	31
6.6. Dirección	33
6.7. Carenado	34
6.8. Grupo motriz	35
6.9. Airbox	37



6.10. Radiador	38
6.11. Sistema eléctrico	38
6.12. Latiguillos	39
6.13. Almacenaje de combustible.....	39
6.14. Tubo de escape con silenciador.....	40
7. Elección del método de montaje.....	42
8. La fábrica. Fabricación de la motocicleta.....	47
8.1. Localización de la fábrica	47
8.2. Organización de la fábrica.....	48
8.3. Contratación de empleados.....	51
9. Proceso de calidad	53
10. Resumen de costes totales e inversión.....	56
11. Estudio de mercado	59
12. Conclusiones	62
13. Posibles mejoras	63
14. Bibliografía	64
14.1. Fuentes citadas	64
14.2. Fuentes de ilustraciones.....	64
14.3. Fuentes de referencia y consulta	64
14.4. Proveedores	65
Anexo.....	66



Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Motocicleta tipo custom	4
Ilustración 2. Motocicleta tipo chopper	4
Ilustración 3. Ciclomotor	4
Ilustración 4. Motocicleta tipo deportiva	5
Ilustración 5. Motocicleta tipo naked	5
Ilustración 6. Motocicleta tipo scooter	5
Ilustración 7. Motocicleta tipo turismo	6
Ilustración 8. Motocicleta tipo de velocidad	6
Ilustración 9. Motocicleta tipo cross	7
Ilustración 10. Motocicleta tipo trial	7
Ilustración 11. Motocicleta tipo enduro	7
Ilustración 12. Motocicleta tipo Supermotard	8
Ilustración 13. Motocicleta tipo todoterreno	8
Ilustración 14. Pantalla de planificación Microsoft Project	12
Ilustración 15. Logotipo de la competición	16
Ilustración 16. Panorámica del circuito de Alcañiz	17
Ilustración 17. Slicks de competición	23
Ilustración 18. Llanta de motocicleta	24
Ilustración 19. Disco de freno	25
Ilustración 20. Pastillas de frenado preparadas para montar	26
Ilustración 21. Pinza de freno Brembo	26
Ilustración 22. Maneta del freno	27
Ilustración 23. Pedal del freno	27
Ilustración 24. Maneta lista para montar	28
Ilustración 25. Palanca de cambio	29
Ilustración 26. Chasis diseñado por el equipo	30
Ilustración 27. Horquilla diseñada por el equipo	31
Ilustración 28. Basculante en amarillo diseñado por el equipo	32
Ilustración 29. Semimanillares a la izquierda y cañas a la derecha	33
Ilustración 30. Carenado, pieza exterior, en blanco, de la MotoStudent 3	34
Ilustración 31. Cadena preparada para montar	35
Ilustración 32. Entrada de aire del Airbox de una motocicleta deportiva	37
Ilustración 33. Batería elegida para nuestra motocicleta	38
Ilustración 34. Taller de montaje y reparación de motocicletas	43
Ilustración 35. Esquema de trabajo en línea	45
Ilustración 36. Localización en plano del polígono industrial Las Monjas	47
Ilustración 37. Imágenes de la nave seleccionada	48
Ilustración 38. Plano explicativo de la nave	49
Ilustración 39. Banco de montaje	50
Ilustración 40. Banco de pruebas	50
Ilustración 41. Equipo de la Universidad en MotoMadrid	60
Ilustración 42. Circuito del Jarama	61



Índice de tablas

Tabla 1. Previsión de fechas en Microsoft Project	12
Tabla 2. Costes, tipo y proveedor	41
Tabla 3. Coste de utillajes y sus proveedores	50
Tabla 4. Salario de los trabajadores neto y bruto	52
Tabla 5. Costes unitarios vs coste por lote y descuento.....	56
Tabla 6. Costes totales del alquiler.....	57
Tabla 7. Costes totales del personal	57
Tabla 8. Costes en publicidad	57
Tabla 9. Costes en utillajes.....	57
Tabla 10. Inversión necesaria	58



1. Introducción

En el siguiente documento se desarrolla y analiza la viabilidad de comercialización de una serie de 600 motocicletas de competición, a un precio de 4.850 € y su proceso de industrialización.

Se trata de la fase MS1 de la prueba, es una fase demostrativa en la que los equipos participantes deberán mostrar y explicar el diseño del prototipo realizado y el proyecto de industrialización para su producción en serie. Esta fase pretende ser una oportunidad para que los alumnos participantes puedan aplicar los conocimientos adquiridos durante su formación en un proyecto «real», demostrando los aspectos y dificultades que puede conllevar un proceso de fabricación industrial y el lanzamiento de un producto al mercado.

La iniciativa surge por parte de la Fundación Moto Engineering Foundation que promueve el concurso MotoStudent. Esta competición es un desafío entre equipos universitarios de distintas universidades españolas, europeas y del resto del mundo que consiste en diseñar y desarrollar un prototipo de moto de competición con un motor de combustión interna 250 cc 4T y de una motocicleta eléctrica de condiciones similares, que competirá con su evaluación pertinente y en categorías separadas, en unas jornadas que se llevarán a cabo inicialmente en las instalaciones de la Ciudad del Motor de Aragón. Para el propósito de esta competición, el equipo universitario debe considerarse integrado en una empresa fabricante de motos de competición para desarrollar y fabricar un prototipo bajo unos condicionantes técnicos y económicos dados. Nosotros, por viabilidad económica del equipo solo optaremos por competir en la categoría de la motocicleta de combustión.

Entrando en detalles, la estructura de este proyecto será más o menos la siguiente:

- Primero, haremos un repaso a la historia de la motocicleta y a la evolución tanto de las motocicletas como del mercado y las empresas que se dedican a su fabricación en España.
- El segundo paso es una explicación de la organización del equipo de la Universidad y unas propuestas de control.
- A continuación, tenemos el proyecto industrial. Estudiaremos los antecedentes y metodología y los sistemas de control que tenemos pensado implantar. A partir de ahí, veremos la estimación de costes tanto si hubiera que pedir las piezas como fabricarlas.
- El siguiente paso trata del método de montaje y de la fábrica.
- En último lugar, tendremos el estudio de viabilidad económica y de mercado precediendo a las conclusiones y a las posibles mejoras.



2. Reseña histórica de la motocicleta

En 1867, el estadounidense Sylvester Howard Roper tuvo la creativa idea de añadir un motor de cilindros de vapor a una bicicleta, creando así la primera motocicleta.

Pasados casi 20 años, en 1885, Wilhelm Maybach y Gottlieb Daimier construyeron una moto con cuadro que tenía 4 ruedas, todo de madera. Esta vez, el motor era de combustión interna; utilizaron el nuevo motor diseñado por Nikolaus August Otto: el motor de cuatro tiempos de combustión interna.

No sería hasta 1894 que Hildebrand y Wolfmüller presentaran en Múnich la primera motocicleta fabricada en serie, todo para fines comerciales, en producción durante 3 años. Tuvieron réplica de dos hermanos rusos en París, Eugène y Michel Werner, que sacaron su propio modelo basado en colocar el motor sobre la rueda delantera.

A principios del siglo XX se inventó el Scooter. Este modelo de moto tiene provisto un salpicadero de protección. Asimismo, cuenta con un cuadro abierto y el conductor se sienta sobre un sillín, sin montar a horcajadas sobre ninguna parte del motor. Las ruedas también son más pequeñas comparadas con la motos anteriores. La carrocería protege la mecánica de la moto y, además, sirve para tener zonas de almacenaje de recambios o de la rueda de repuesto, por ejemplo. Se pudo fabricar a partir de 1914 y su carácter urbano y fácil manejo la hizo famosa entre los jóvenes de la época.

En España, tuvimos que esperar hasta el año 1901 para ver diseños propios. Las marcas pioneras fueron Antrax, (Barcelona) y Yais (Zaragoza). Ambas marcas desarrollaron simples prototipos: en el caso de Antrax, idearon la instalación de un motor de petróleo en una bicicleta; Yais, por otro lado, desarrolló un prototipo capaz de alcanzar los 50 km/h.

El modelo de sidecar apareció en 1910. Este consiste en un bastidor de una sola rueda y una carrocería en la que viaja el pasajero. Su diseño viene directamente adaptado a los modelos de las bicis.

A partir de la Primera Guerra Mundial, se pudieron introducir mejoras en las fábricas. Esto se tradujo en una mejora en la producción en serie de estos vehículos, lo que propició una ampliación de mercado y un aumento en el número de usuarios de motocicletas después de la Guerra.

Después de la Segunda Guerra Mundial, creció la demanda de los dos cilindros, aunque se mantuvo la popularidad de las motos mono cilíndricas. Los usuarios pedían más prestaciones y mayor potencia a las motos. En el mercado estadounidense empezó a gestarse la filosofía *custom*. En estos años surgen las grandes marcas de los mercados inglés y europeo. No sería hasta 1960 que el mercado asiático cogiera fuerza, a través de Honda y Yamaha, motivando una mayor competencia y un incremento notable en las ventas.



A partir de la década de 1970, la motocicleta experimentó una enorme evolución técnica que no ha parado hasta llegar a las motos que tenemos en la actualidad, cada vez más ligeras y potentes, con consumos reducidos y bajas emisiones. A partir de la década de 1990 surgieron las especializaciones con los diversos estilos de motos que, a continuación, nombramos y que explicamos en el siguiente apartado:

De carretera

- Motocicleta chopper
- Ciclomotor
- Motocicleta custom
- Motocicleta deportiva
- Motocicleta naked
- Motocicleta scooter
- Motocicleta de turismo
- Motocicleta de velocidad

De campo

- Motocicleta de cross
- Motocicleta de trial
- Motocicleta de enduro
- Motocicleta de Supermotard
- Motocicleta todoterreno

2.1. Tipos de motocicleta de carretera

2.1.1. Motocicleta custom

Surge en el mercado estadounidense después de la Segunda Guerra Mundial. Para muchos veteranos de la Guerra, las motos de los fabricantes estadounidenses se quedaban cortas de prestaciones, lo que dio pie a la aparición de este tipo de motos modificadas. Hoy en día, casi todos los fabricantes tienen una gama de motos custom y partes sueltas para modificarlas. Hay varias vertientes o subtipos dentro de las custom: Cruiser, Bobber, Chopper, Bagger, Rat-Bike, Street Fighter, etc.



Ilustración 1. Motocicleta tipo custom ^[A]

2.1.2. Motocicleta chopper

Ya sea basada en una motocicleta de producción o creada desde cero, el modelo chopper es un tipo de motocicleta con modificaciones que elimina partes innecesarias. Como hemos comentado en el subapartado anterior, este modelo proviene de la vertiente custom. No obstante, debido a su auge y popularidad podríamos considerarlo un tipo propio. Las motos chopper suelen ser más ligeras y están provistas de tanques de gasolina más pequeños que las motos convencionales. Además, los guardabarros, asientos o luces suelen ser más pequeños.



Ilustración 2. Motocicleta tipo chopper ^[A]

1.1.3. Ciclomotor

Este tipo de vehículo es, por características técnicas y de tamaño, más pequeño que las motocicletas, con motores de cilindradas pequeñas y con permisos más asequibles que las motocicletas. Suelen existir modelos parecidos al scooter, aunque también existen modelos deportivos o de motocicleta de campo. Los ciclomotores son reconocibles por sus características más pequeñas y por su matrícula amarilla que los diferencia del resto de motocicletas.



Ilustración 3. Ciclomotor ^[A]

2.1.4. Motocicleta deportiva

Estas motocicletas ofrecen altas prestaciones, tienen formas afiladas y más agresivas y, además, su conducción también resulta más agresiva que la de las motocicletas corrientes. Las motocicletas deportivas están destinadas tanto a vía pública como a carretera, ya que vienen derivadas de las motocicletas de velocidad.

Prácticamente la totalidad de este tipo de motos dispone de un carenado que mejora la aerodinámica y, por ende, la velocidad. La posición de la conducción es la del cuerpo muy adelantado, lo que mejora esta aerodinámica y otorga estabilidad en la dirección.



Ilustración 4. Motocicleta tipo deportiva [A]

2.1.5 Motocicleta naked

En estas motocicletas la mecánica está prácticamente entera al descubierto, ya que carece de carenado. Suelen ser motos de gran potencia y cilindrada y requieren una habilidad notable del conductor, pues tienen una difícil posición (muy levantado).



Ilustración 5. Motocicleta tipo naked [A]

2.1.6. Motocicleta scooter

Las scooter son motocicletas de cuadro abierto en las que el conductor reposa sobre el asiento sin necesidad de montarse a horcajadas en ningún momento. Este modelo de motocicleta es de las que cuenta con las ruedas más pequeñas.

El motor suele situarse bajo el asiento y la transmisión variable da potencia a la rueda trasera con una disposición que permite la conjunción con el movimiento de la rueda trasera.

Este tipo de motos suele tener carrocería, protecciones para las piernas en la parte frontal y un cuerpo que oculte la mecánica. El diseño del scooter incorpora un suelo plano para que el conductor apoye los pies y cuenta normalmente bajo el asiento con un espacio de almacenaje. La cilindrada normal de los scooter suele ser de 50cc, ya que no es una moto que requiera velocidad y se prefiere para uso urbano en trayectos cortos.



Ilustración 6. Motocicleta tipo scooter [A]

2.1.7. Motocicleta de turismo

Es el modelo dedicado a realizar viajes largos por carretera. Tiene motores de gran cilindrada. Como están pensados para largos trayectos tienen características más acordes, como tanques grandes de combustible, un asiento para una conducción erguida y parabrisas o pequeños maleteros a los lados donde alojar lo que queramos llevar.



Ilustración 7. Motocicleta tipo turismo ^[A]

2.1.8. Motocicleta de velocidad

Este tipo de motos están dedicadas a la especialidad deportiva que se disputa en circuitos de carreras pavimentados. Suelen ser motos desarrolladas específicamente para la competición, de las que luego derivan modelos de serie (motos deportivas). Este tipo de motocicletas deber presentar unas buenas características de velocidad, aceleración, buena frenada y bajo peso. También se caracterizan por no tener añadidos pensados para conducción en ciudad o carretera como los faros.



Ilustración 8. Motocicleta tipo de velocidad ^[A]

2.2. Tipos de motocicleta de campo

2.2.1. Motocicleta de cross

Este modelo de motocicleta está diseñado para realizar motocross (carreras en circuitos no pavimentados). Las motos de cross tienen un gran recorrido en la suspensión y la potencia del motor se exprime para sacar velocidad. Estas características son las más necesarias en el motocross por las condiciones que se dan en los circuitos.



Ilustración 9. Motocicleta tipo cross ^[A]

2.2.2. Motocicleta de trial

El trial es una modalidad deportiva que se caracteriza por un pequeño circuito de obstáculos que hay que superar con una traza concreta, con mucha habilidad, arrojo y equilibrio. Siendo estas las bases del motociclismo trial necesitamos motos adaptadas a esas características. Este es un tipo de moto liviana, sin asiento y con menos presión en los neumáticos, con un recorrido más corto de suspensión y una necesidad de potencia del motor a bajas revoluciones.



Ilustración 10. Motocicleta tipo trial ^[A]

2.2.3. Motocicleta de enduro

La disciplina del enduro deriva de una mezcla del motocross y del trial. La parte ciclo de una moto de enduro es similar a la de cross, con algunas pequeñas modificaciones. Son motos en las que su máximo par de potencia se da a bajas y medias revoluciones, que son necesarias para superar los obstáculos (troncos, rocas, escalones, etcétera).



Ilustración 11. Motocicleta tipo enduro ^[A]

2.2.4. Motocicleta de Supermotard

Podemos denominar esta modalidad como la fusión que se produce entre el motociclismo de velocidad y el de motocross. La situación en el circuito es que tenemos tanto zonas pavimentadas como zonas de tierra, además de saltos. Las motos, por tanto, también son unos híbridos entre las dos categorías antes nombradas. Nos encontramos con unas motos adaptadas a circuitos todoterreno, pero con ruedas para asfalto, de manera que se puedan conseguir buenas velocidades (150 km/h). En esta competición prima la habilidad del piloto sobre las prestaciones técnicas.



Ilustración 12. Motocicleta tipo Supermotard ^[A]

2.2.5. Motocicleta todoterreno

Este tipo de motos es el que está adaptado, como su nombre indica, a cualquier terreno. Las competiciones características de estas motos son los rallies, conocidos por sus circuitos abiertos, grandes recorridos e infinidad de obstáculos.

Las motocicletas todoterreno son motos únicas que se hacen para disputar esta modalidad y en ella se da una mezcla entre motocicletas de motocross y de trial, sacrificando prestaciones de cada una de ellas para obtener una motocicleta polivalente fuera de la carretera, y capaz de afrontar todo tipo de terrenos.



Ilustración 13. Motocicleta tipo todoterreno ^[A]

Son especialmente famosas las Rally Raid, carreras de larga duración en las que los pilotos deben recorrer grandes distancias combinando rapidez y navegación. Cada día abarca una nueva etapa y se suman los tiempos de todas ellas para establecer la clasificación. Dos de las carreras de rally más importantes son el Rally Dakar y el Rally de los Faraones.



2.3. Fabricantes de motocicletas en España

En un proyecto como este, acerca de la industrialización de una motocicleta, es importante hacer una reseña histórica de cómo ha evolucionado el mundo de los fabricantes españoles de motocicletas.

Al igual que en otros países, el principio del camino en la fabricación de motocicletas tuvo su primera parada en las bicicletas adaptadas con motor. Esta característica dotaba a las bicicletas de movimiento autónomo. Los primeros modelos fueron Antrax, primer modelo de bicimoto y Villalbi, primera motocicleta íntegramente española. Ambos fueron prototipos y no se llegaron a comercializar.

Hasta después de la Primera Guerra Mundial, tras un desarrollo tecnológico mundial, empezaron a surgir los primeros fabricantes: Alpha, Motorhispania, Patria, Rieju fueron los primeros en las décadas de 1920 y 1930.

Después de este tiempo se encadenaron dos sucesos que estancaron la economía tanto a nivel nacional como a nivel mundial: la Guerra Civil española y la Segunda Guerra Mundial. Esta última provocó, como su predecesora, grandes avances tanto tecnológicos, como logísticos y de fabricación. En la Península no se pudo ampliar el mercado nacional hasta la década de 1950, cuando empezaron a surgir nuevas marcas y fabricantes. Algunos ejemplos son Ducson, Lambretta, Bultaco o Montesa (posteriormente adquirida por Honda). En esta época, con el auge del motociclismo, entran en España fabricantes extranjeros como Vespa y Derbi.

A partir de entonces, la industria ha ido creciendo con gran impulso, sobre todo, en la zona de Cataluña donde se vive con gran pasión el mundo del motociclismo. Esta es una de las razones por las que existe tanto furor en España por las competiciones de motociclismo.

Ya en la década de 1990 y 2000 nos encontramos con empresas que se han centrado en modelos de competición. Dos buenos ejemplos son para motos de competición son Inmotec y JJ Cobas. La primera, representa la primera moto íntegramente española en competir en MotoGP y la segunda, representante de motos campeonas de categorías de 125 y 250 en la década de 1990.

Tras varios años difíciles derivados de la crisis económica mundial (desde 2007), tanto las ventas como las matriculaciones están aumentando durante este año (2015), lo que está dando un respiro a los fabricantes españoles e impulsándolos hacia adelante. El panorama actual queda así:

La tercera generación de los Riera i Tarres, se encarga de mantener a flote después de sesenta años a la empresa que fundó su abuelo. Esta empresa sigue siendo de modelo familiar como en sus inicios. Rieju, que es el nombre de esta corporación, está especializada en fabricar ciclomotores de 50 cc. Desde 2006 tienen una producción cercana a las 20.000 unidades anuales



llegando a facturar unos 35 millones de euros. Son capaces de exportar sus ciclomotores a los 27 países de la Unión Europea.

Motorhispania tiene un modelo diferente al que da el resto de sus competidoras de la industria española de las dos ruedas. Ya que no sólo es una de las pocas empresas del sector con capital español, sino también es la única que tiene su fábrica al sur de España, en Andalucía. Desde su fábrica sevillana, salen anualmente cerca de 19.000 unidades, la mayoría son ciclomotores de 50 cc, aunque la empresa acaba de entrar en el segmento de 125 cc. Los actuales propietarios, la familia Gallego, adquirieron la compañía, fundada en la década de 1950 por un empresario italiano, en 1988. Motorhispania se centra en exportar sus productos fuera de nuestras fronteras ya que el 85 % de su producción la lleva a países de los cinco continentes.

Los fabricantes de motos Gas Gas y Ossa se unieron en el intento por rivalizar con las marcas japonesas, que copan casi todo el terreno en lo que tiene que ver con motos de montaña. Aunque su intención es mejorar su posición en el mercado de las motocicletas de montaña, trabajan ya en el desarrollo de su primera moto de calle, que tendrá estilo *vintage*.

La mayoría del tejido industrial dedicado al motociclismo está en Cataluña, ya que allí empezó todo con pequeñas familias trabajando en talleres caseros y ha ido avanzando hasta las grandes producciones que hay actualmente, con todos los baches y crisis económicas que han tenido lugar desde principios de siglo XX. A parte de las empresas nombradas anteriormente en territorio catalán contamos con un amplio número para citar. Alfer, Montesa, Sherco o Xispa son un ejemplo de modelos catalanes de industrialización de motos.



3. Planificación

Este apartado trata de explicar la planificación de las etapas previstas para el diseño y fabricación de la MotoStudent 4. La planificación viene dada por el calendario y las fechas de entrega a la competición. Primero nombraremos las distintas etapas y las encuadraremos en el calendario, posteriormente las explicaremos más ampliamente de qué trata cada una y el porqué su encuadre en el calendario.

Planeamos la organización del proyecto a lo largo de marzo y abril de 2015 e incluimos la inscripción en la competición.

Los diseños empiezan a partir de marzo y se darán hasta septiembre.

Hay piezas que ya sabemos que tenemos que comprar y disponer de ellas ya sea para hacer modificaciones o para pruebas. Pondremos un periodo de tiempo de compra de piezas en paralelo con el diseño.

A partir de septiembre y hasta febrero de 2016 tenemos la etapa de rediseño de piezas, ya que se tendrán que modificar muchas para adaptarlas a las nuevas necesidades que surjan.

Además, para realización de pruebas o disponer ya de piezas definitivas para el montaje de la motocicleta, mandaremos a fabricar una primera tanda de piezas. Serán piezas sencillas y no tendremos que hacer mucha parte de ofertas en este caso, pongamos que será el 10 % del tiempo requerido que se irá al principio.

En marzo, el equipo tiene que preparar los planos para mandar a fabricación y para presentar en el tribunal de la competición.

Tenemos abril y mayo para pedir ofertas de fabricación pidiendo las entregas a mucho tardar para junio. En este caso sí lo separamos aparte, ya que se mandará a fabricar el chasis y basculante, que son las dos piezas más caras y hay que buscar la mejor oferta posible.

El verano de 2016, julio-agosto, será para el montaje de la moto.

Tenemos septiembre para realizar calibraciones y reparaciones si fueran necesarias. La competición sería la segunda semana de octubre de 2016, con lo que tenemos que planear el transporte entre el día 3 y el 5, ya que comenzaría el día 6.

Nombre de tarea	Duraci	Comienzo	Fin	Predecesoras
Inscripcion	43 días	dom 01/02/15	mar 31/03/15	
Organización de proyecto	1 día	mié 01/04/15	mié 01/04/15	1
Diseño	109 días	jue 02/04/15	mar 01/09/15	1;2
Compra Piezas	45 días	mié 01/04/15	mar 02/06/15	1
Fabricacion 1	45 días	mar 01/09/15	sáb 31/10/15	3;4
Rediseño	88 días	sáb 31/10/15	mar 01/03/16	5
Planos	22 días	mié 02/03/16	jue 31/03/16	6
Ofertas	43 días	vie 01/04/16	mar 31/05/16	7
Fabricacion 2	22 días	mié 01/06/16	jue 30/06/16	8
Montaje	44 días	vie 01/07/16	mié 31/08/16	9
Calibracion y Reparaciones	22 días	jue 01/09/16	vie 30/09/16	10
Transporte	4 días	lun 03/10/16	jue 06/10/16	
Competicion	2 días	vie 07/10/16	dom 09/10/16	1

Tabla 1. Previsión de fechas en Microsoft Project

Una de las bazas que tenemos a nuestro favor a la hora de planificar este proyecto es una extensión de Microsoft Office: Microsoft Project. Como muestran las imágenes, esta herramienta nos permite tener una perspectiva de cómo va avanzando el proyecto. Podemos ir asignando recursos y vemos si se cumplen los plazos. Disponemos de un control total y tenemos toda la información de un vistazo. La necesidad de esta previsión es ser capaces de reaccionar a tiempo frente a los imprevistos. Si tenemos demoras o falta de recursos, podemos actuar en consecuencia y desviar recursos hacia otras acciones o saber si vamos a tener que contactar con otros proveedores. Lo más importante es que vemos como afectará sobre el resultado final. Podemos apreciar en la tabla anterior a este párrafo (Tabla 1), que a partir del desglose de fechas (muy parecido a una tabla de Microsoft Excel), podemos obtener un árbol de tareas como el que tenemos en la imagen siguiente:

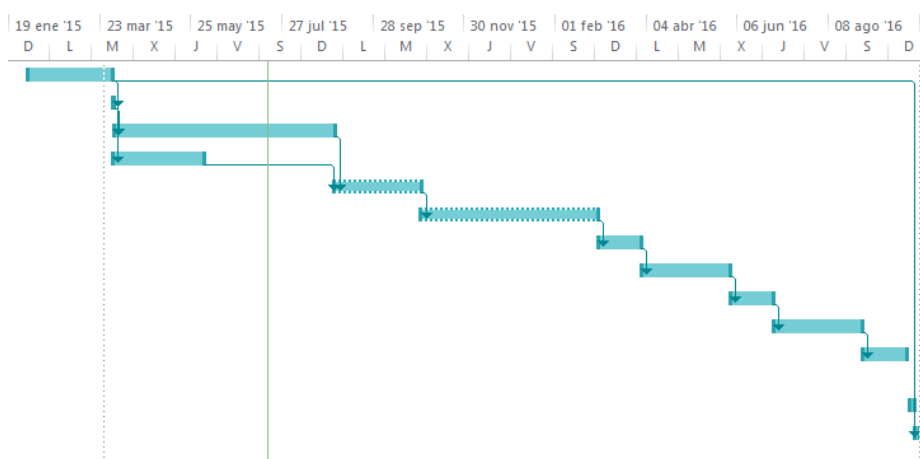


Ilustración 14. Pantalla de planificación Microsoft Project



Una vez que tenemos la planificación hecha y sabemos cómo debemos organizar al conjunto de personas y los recursos de que disponemos, procederé a explicar en qué se basa cada parte del desarrollo de la motocicleta:

3.1. Organización

Aunque esta primera etapa aparece situada al principio, en realidad se desarrolla a lo largo de todo el proyecto, ya que se basa en coordinar todas las ramas: diseño, ingeniería y compras. Al principio, se hará la previsión y la planificación de cómo se deben llevar las etapas para conseguir que la moto pueda rodar en Alcañiz en octubre de 2016. La organización se centra en medir los presupuestos, pedir las ofertas a las fábricas donde tengamos que fabricar las piezas que vayamos a necesitar. De aquellas que no se tengan que confeccionar, se pedirá presupuesto para su compra. En esta etapa hay que tener muy clara la normativa porque un error al inicio puede ser fatal. Nosotros vamos a trabajar a partir de un modelo de proyecto creado por nosotros mismos en Microsoft Project. La organización del campeonato nos facilita un kit de preparación con determinadas piezas clave (motor, ruedas, llantas, etc.) que son iguales para todas las motocicletas competidoras. En este primer punto, aprovecharemos para comprar el kit, que consta de motor, llantas y frenos. Incluimos en esta etapa la parte de inscripción del equipo de la Universidad Carlos III de Madrid en la competición de MotoStudent IV, puesto que la inscripción es fundamental la realización del proyecto. La parte de organización también buscará al personal que hace falta en los equipos si fuera necesaria más gente, así como el transporte de la moto y a un piloto para la competición de velocidad.

3.2. Primer diseño y primera fabricación

En este momento es donde todas las partes de diseño e ingeniería se ponen a trabajar. Una vez que tenemos decidido cuáles son las piezas y las partes que vamos a crear desde cero, los equipos se ponen manos a la obra para dar forma a las primeras ideas. En nuestro caso, vamos a diseñar suspensiones tanto traseras como delanteras, chasis, basculante, horquilla, tanque de combustible, airbox, colectores, escape, etcétera. El equipo de diseño está separado en 4 secciones, a saber: suspensión, instrumentación, parte ciclo y aerodinámica. Lo componen un total de 20 personas todo ello coordinado por el grupo de organización (5 personas) y el tutor del proyecto por encima de todos.

Este primer diseño viene seguido de unas primeras órdenes de fabricación para pruebas y futuros recambios en partes clave del proyecto. Estas piezas nos servirán para probar el montaje y que todo esté correcto. También nos vendrá bien en un futuro tener estas piezas por si ocurriera algún inconveniente y no llegaran correctamente las piezas de la segunda fabricación. El hecho de tener una primera fabricación nos incrementará el presupuesto, pero creemos que es totalmente necesaria para conseguir buenos resultados.



3.3. Rediseño

Una vez tenemos los resultados de las pruebas de las piezas que hemos mandado a fabricar, podemos realizar mejoras y modificaciones en el formato de las piezas. A esta parte del proyecto la llamaremos la parte de rediseño. Obtener optimizaciones es muy importante, pues mejorará el rendimiento de la moto podremos reducir el precio de fabricación total de la misma. De esta parte se ocuparán los mismos equipos que teníamos anteriormente, además de todas las personas que tienen previsto incorporarse a partir de septiembre para la realización de su trabajo de fin de grado.

3.4. Preparación de planos

Después del rediseño tendremos los modelos finales de nuestra motocicleta. Ahora hay que montar los planos para mandarlos a fabricación. Esta etapa consiste en tener cada pieza diseñada en plano normalizado para poder presentarlo al fabricante y a la Organización. Cada equipo de diseño realizará los planos de sus piezas, aunque disponemos de recursos en caso de que necesiten ayuda, ya que podemos pasar miembros de un equipo a otro para ayudar a realizar los planos.

3.5. Ofertas de fabricación y compra de piezas definitiva

Ahora que ya disponemos de los planos de cada pieza que queremos fabricar, podemos contactar con los fabricantes y pedir presupuesto de los componentes. En esta etapa, también aprovecharemos para comprar las piezas que hemos decidido adquirir y no fabricar y que todavía no tengamos.

Tenemos que tener plazos cerrados para las recepciones de las piezas, tanto las fabricadas como las compradas, puesto que los retrasos a estas alturas de proyecto resultan fatales de cara a la competición. Un arma a nuestro favor con la que contamos es redactar pliegos de condiciones en los contratos para no tener problemas con los fabricantes o, si los tenemos, que nos compensen. Desgraciadamente, tenemos experiencia de la anterior competición en que tuvimos problemas en la recepción del chasis. En aquella ocasión, nos dieron un plazo de recepción para una fecha posterior a la competición, por lo que nos vimos obligados a mandarlo fabricar a otra empresa más rápida. Esto supuso un incremento en los costes por contar con dos chasis y, uno de ellos, de fabricación urgente.



3.6. Montaje

En el momento en el que vamos recibiendo las piezas fabricadas, tenemos que ir las montando para poder testear la motocicleta cuanto antes. Tenemos que tener cerrados el chasis y el basculante cuanto antes, ya que son las zonas donde se sustentan las demás. A partir de ellas, podemos ir montando el resto de piezas.

3.7. Calibración, reparaciones y modificaciones

Con la motocicleta ya montada, es la hora de probarla para comprobar que todo funciona correctamente. Este momento es muy importante, pues es donde comprobaremos que todo funciona y, si no lo hace, es el momento de realizar los ajustes y reparaciones pertinentes. Las modificaciones que hagamos no deben modificar el diseño de la motocicleta. Una vez que se hayan hecho las comprobaciones pertinentes y que la moto funcione como debe, tenemos que hacer las calibraciones para optimizar las prestaciones de nuestra moto y poder obtener un buen resultado en la competición, ya que también se evalúa la posición dentro del campeonato.

3.8. Transporte

En este punto, tenemos la moto preparada para los test de presentación a la Organización para lo que tenemos que llevarla a Alcañiz. El transporte lo tendremos que realizar en una furgoneta o en remolque. Lo ideal sería emplear una furgoneta, ya que podemos llevar más personas del equipo de la Universidad a las instalaciones. Consideramos que la representación de la Universidad Carlos III de Madrid es parte vital del proyecto, en el que tanta ilusión estamos depositando, es por ello que contemplamos la posibilidad de desplazarnos en coches propios para contar con más apoyos y representantes. Tomamos un mínimo de un día para llevarla hasta allí y montar el set de nuestro equipo donde colocar los reglajes y ajustar la moto.

3.9. Competición

Después del viaje, nos encontraremos en el circuito de Alcañiz (Teruel) y con el objetivo de presentar la motocicleta al jurado de la competición. A continuación, desglosaré el funcionamiento del campeonato. El proyecto constará de cuatro apartados independientes con las siguientes puntuaciones cada uno:

- A. Definición del sistema de fabricación e industrialización (175 puntos).
- B. Análisis de costes de: desarrollo del prototipo y proceso industrial de fabricación de la serie (100 puntos).
- C. Diseño del vehículo (150 puntos).
- D. Análisis y cálculos técnicos (175 puntos).



Ilustración 15. Logotipo de la competición ^[8]

Los dos primeros apartados tendrán una sola presentación y se engloban dentro de la Fase MS1. Los segundos se incluyen dentro de la Fase MS2, teniendo también su propia presentación al comité de expertos:

- Fase MS1: se muestra el diseño del prototipo de la motocicleta, así como todos los procedimientos para llevarla a cabo. A continuación, se presenta el proyecto de industrialización para una producción en serie de 600 unidades y con un coste de fabricación máximo por unidad de 4.850 €. Es importante en este apartado incluir innovaciones tanto en el diseño de la motocicleta como en el proyecto de organización, puesto que en esta parte ya se premia a la mejor industrialización y al proyecto más real y más viable entre todos los que se presentan a la competición.
- Fase MS2: es la segunda y última parte de la competición, consiste en una serie de pruebas para poder evaluar el comportamiento dinámico que tiene la motocicleta y para comprobar todas las prestaciones de la moto fabricada. También se evalúa la destreza que tienen los equipos en organización y mecánica a la hora de apoyar a sus pilotos en la pista, ya que hay pruebas específicas de rodaje en pista. Para acceder a esta fase es necesario haber superado antes la que se realiza anteriormente, la Fase MS1.



Ilustración 16. Panorámica del circuito de Alcañiz ^[4]



4. Procesos de control

Este apartado trata de desglosar de mejor manera la misión encargada al departamento de organización. La parte de la que se encarga dicho departamento, entre los que nos incluimos, trata de garantizar que tenemos los medios para poder controlar el resto de departamentos y asegurarnos de que todas las partes van según lo previsto y acorde con el calendario propuesto de diseños, entregas, montajes y transportes.

Para ello, desglosaremos las diferentes formas propuestas para poder tener un control sobre los distintos departamentos:

4.1. Control de ingeniería

Tenemos que tener un contacto directo con este departamento, ya que es donde se asienta el desarrollo de la motocicleta. Ellos nos dirán qué cosas necesitan, qué sobran, si necesitan más medios o simplemente espacio para trabajar. Se hacen varias propuestas para mantener un contacto directo con este departamento.

Tenemos reuniones mensuales con cada equipo responsable para resolver las dudas y comprobar cómo avanza cada parte del proyecto. Se dispone de una base de datos en la plataforma *online* Dropbox, a la cual tiene acceso cada persona integrante del proyecto. De esta forma, se puede actualizar en el momento en que se disponga de cada trabajo nuevo realizado. Cada integrante debe hacer un resumen, de cómo va desarrollando la parte correspondiente a su proyecto en el documento correspondiente a su rama.

El proyecto tiene que ir avanzando e ir cumpliendo el calendario. Para ello, se propone que cada vez que un integrante tenga acceso a la previsión del calendario y, una vez acabe su función, nos dé un aviso para poder integrarlo en otra y cerrar la suya en Microsoft Project.



4.2. Control de compras

Para el departamento de compras se necesita un control exhaustivo ya que nuestro presupuesto es limitado y hay que ajustar muy bien los precios. En primer lugar, se necesita tener una reunión para clarificar cuales son las necesidades y qué se tiene que buscar o comprar. Este departamento ha de buscar y comprar las piezas que son necesarias, ya sean nuevas o de segunda mano.

Con este departamento también nos reunimos mensualmente para ponernos al día de los avances del proyecto. Asimismo, disponen de accesos a la base de datos. Necesitamos que este departamento tenga actualizada regularmente la base de datos en lo que se refiere a las necesidades del proyecto.

Una vez que tengamos todas las ofertas seleccionadas incorporaremos a estos integrantes al control de los proveedores y a la búsqueda de patrocinios.

4.3. Control de proveedores

Desde el equipo de organización, proponemos contar con una lista de materiales necesarios en un documento, de modo que cada integrante que encuentre una oferta la apunte y la enlace. Así, podemos tener una comparativa de cada uno de los trabajos. Para llevar a cabo este método de control, hay que poner una fecha cerrada a partir de la cual ya no se acepten más ofertas y se pase a elegir una a la que comprar. Lo mínimo que se plantea es que cada integrante busque al menos una oferta de cada pieza necesaria. La estrategia es ir cerrando primero las piezas más críticas y necesarias para tenerlas aseguradas. De igual modo, les proporcionaremos un plazo mayor, ya que son normalmente las de precio superior y las que más tiempo pueden tardar. La búsqueda de objetivos se debe priorizar y la clave está en tener las ofertas antes del cierre que tenemos planeado.



Es importante filtrar a los proveedores por más baremos además del carácter monetario, puesto que nos puede interesar pagar algo más dinero por tener mejor calidad. Los factores que debemos tener en cuenta por orden de prioridad son:

- Coste: un precio bien escogido nos debe permitir tres cosas:
 - Conseguir los objetivos financieros de la compañía (por ejemplo, beneficios).
 - Ajustarse a la realidad del mercado.
 - Mantener una posición de nuestro producto.

- Calidad: significa la capacidad de satisfacer los deseos de las personas. Esto implica un equilibrio entre lo objetivo/tangible y lo subjetivo/intangible. Se basa en ofrecer características beneficiosas para las personas, como la conformidad relativa con las especificaciones.

- Tiempo de entrega: es el tiempo estimado que llevará desarrollar los productos que solicitamos y tenerlos listos para su envío a nuestra planta.

- Responsabilidad: es la obligación del proveedor de responder ante cualquier incidencia del servicio a la hora de entregar el producto.

- Garantía: se basa en el compromiso del proveedor para con el cliente de cara a posibles defectos del producto.



5. Metodología. Proyecto Industrial

Para desarrollar una propuesta de industrialización del proyecto, tenemos que revisar los antecedentes de anteriores ediciones. Podemos ver las propuestas ofrecidas y proponer mejoras siendo conscientes de sus errores para así plantear mejores soluciones. A su vez, para la elección del modelo de negocio tenemos que conocer los procesos necesarios para la fabricación de una motocicleta de competición. Por lo tanto, es necesario basarse en empresas reales, para lo que se visitan las páginas web de empresas como Ducati, MV Agusta, Rieju o Motos Taiga.

En el pasado, en la primera edición de MotoStudent –concretamente, el año 2010–, la Universidad Carlos III de Madrid quedó finalista en el premio al Mejor Proyecto Industrial, gracias al proyecto realizado por un compañero que llevó a cabo la externalización de la fabricación a China, fabricando en su totalidad la motocicleta fuera de España. Con ello, se consiguió un presupuesto muy bajo, pero unas calidades un tanto peores, además de posibles daños durante el transporte. Es por esto que comenzamos con la lectura del Proyecto de Fin de Carrera de Javier Zamora, con el fin de conocer los precios que consiguió y cómo contactó con las empresas extranjeras.

A su vez, lo compararemos con el Trabajo de Fin de Grado de Alberto Bermejo Corredor, de 2014, quien decide fabricar la totalidad de la motocicleta en España, solicitando la mayoría de las piezas a proveedores, pero fabricando el chasis y el basculante en su taller.

El primer compañero, Javier Zamora, toma la decisión de fabricar en China y, debido a que el coste de la producción es muy barato, consigue precios muy reducidos. El punto de conflicto lo tenemos en el transporte: en el año 2010, los precios eran más baratos, puesto que la crisis económica mundial no había llegado aún a su punto álgido; hoy en día, en cambio, el hecho de transportar los chasis y basculantes desde China encarece mucho el precio por cada moto. Tras debatir con los compañeros encargados del chasis y del basculante acerca de la solicitud de un presupuesto coherente a talleres especializados con fabricación en España, vamos a contactar con la empresa alibaba.com para pedir presupuesto de unos modelos aproximados a los que vamos a necesitar en nuestra moto. La empresa nos ofrece un precio muy bajo de fabricación, y con una calidad del producto que será prácticamente la misma que podemos encontrar en los talleres españoles. Con estos datos, podemos empezar a dar forma a la idea que queremos para trabajar en nuestra industrialización.



Dado que la situación actual en la que nos encontramos es muy parecida a la de hace un año, la decisión está clara: ensamblaremos la moto en España, pediremos gran cantidad de piezas a proveedores extranjeros y fabricaremos en España –por medio de proveedores cercanos a nuestra nave– las piezas que necesitamos fabricar. Aunque los presupuestos generales de fabricación para el chasis y el basculante son superiores, ahorraremos en el transporte, que es mayor que en 2010.

Con gran seguridad, obtendremos una mejor calidad del producto fabricando en España a diferencia de si lo trajéramos desde China. Además, contaremos con un producto nacional que, en el momento de la venta, será más fácil de colocar en nuestro mercado –que, a priori, es el de la península ibérica–. Este formato es el que utilizan las grandes empresas del sector, que ensamblan en su país de origen para conseguir ofrecer la marca nacional, pero compran la mayor parte de las piezas a otros proveedores ahorrándose muchos gastos de fabricación.

Por supuesto, no está de más decir que, para una tirada tan corta como la nuestra, pensar en comprar los materiales para fabricar las motocicletas no es más que una utopía. Es inviable poder amortizar en cinco años todo el material necesario para la fabricación, sin contar que necesitaríamos más espacio tanto para las máquinas, el material y más empleados.

6. Descripción de piezas y costes

Antes de empezar a describir las piezas hay que tener en cuenta que la Organización nos suministra con una serie de piezas, las cuales se irán indicando en cada apartado y que están referenciadas en el Anexo al final de este trabajo.

6.1. Ruedas

La Organización nos suministra todo el grupo de ruedas por un precio desglosado de 303 €.

6.1.1. Neumáticos:



Ilustración 17. Slicks de competición¹

Son los elementos responsables del contacto con la calzada. Tienen como misión transmitir por medio del rozamiento, al contacto con el pavimento, las fuerzas longitudinales (al frenar y acelerar) y las transversales (al tomar las direcciones), además de encargarse de parte de la amortiguación. Están compuestos por una parte de caucho blando que se hincha con forma de toroide, llamada cámara. Alrededor de la cámara se encuentra otra cubierta más dura que es la que entra en contacto con el pavimento.

La Organización nos facilita los dos neumáticos, tanto el delantero como el trasero, de modelo slick 95/75 R17 para competición.

¹El modelado de la imagen ha sido realizado en Solid Edge por Raúl Key.

6.1.2. Llantas



Ilustración 18. Llanta de motocicleta²

Este elemento es en el que se asienta el neumático. Tiene como misión dar forma a este último y evitar que se deforme y unir la rueda con el vehículo, ya que es donde esta encajado el eje de la rueda.

Estos dos elementos también son facilitados por la Organización, pues tienen que ser iguales entre todas las motocicletas para igualar las características en la competición.

6.1.3. Eje de la rueda

Consiste en una pieza en forma de tubo que une las ruedas con el chasis de la motocicleta de dos modos distintos: por medio de la horquilla con la rueda delantera y del basculante con la trasera. Su función es transmitir el giro y dar estabilidad. Este componente está incluido en el material facilitado por la Organización.

6.1.4. Corona de la transmisión

Consiste en una rueda dentada que permite la transmisión de potencia desde el motor hacia la rueda motriz (rueda trasera). El movimiento se transmite a través de una cadena que une la corona de transmisión al piñón del motor.

²El modelado de la imagen ha sido realizado en Solid Edge por Diego Benítez.

6.2. Sistema de frenos

Un freno es un dispositivo utilizado para detener o disminuir la velocidad de las ruedas. Nuestra motocicleta utiliza frenos de disco, que funcionan de la siguiente manera: un disco se mueve de forma solidaria con la rueda y, sobre este disco, actúa una pastilla de frenado que presiona el disco y va reduciendo la velocidad progresivamente. Los frenos se calientan y es importante prestar atención a la temperatura que pueden alcanzar, ya que empeoran las condiciones de frenado con la temperatura. Para ello, los discos tienen taladros para disipar mejor el calor. Todo el conjunto de frenado, compuesto por disco, manilla, pedal, pastillas y pinza, lo pone a nuestra disposición la Organización por un precio de 200 € el freno delantero y 163 €.

6.2.1. Discos de freno



Ilustración 19. Disco de freno ^[D]

Son los elementos que van junto con la rueda y que se mueven de forma solidaria siendo un solo objeto. Los discos de freno están en contacto con las pastillas de frenado. Poseen geometrías con agujeros para una mejor evacuación del calor.

El tamaño de los discos varía según en qué rueda estén colocados. Los delanteros tienen que ser de mayor tamaño para compensación de pesos en la frenada.

6.2.2. Pastilla de frenado



Ilustración 20. Pastillas de frenado preparadas para montar ^[D]

Las pastillas entran en contacto con los discos, siendo accionadas por la pinza de frenado. Están diseñadas para producir una alta fricción con el disco, según el material del que estén fabricadas.

6.2.3. Pinzas de freno y cilindros maestros



Ilustración 21. Pinza de freno Brembo ^[D]

Son los elementos que sirven de soporte a las pastillas de frenado y que montan los cilindros, llamado también mordaza. Se utilizan para empujar las pastillas hacia los discos. Las mordazas pueden ser de dos tipos, fijas o flotantes. La principal diferencia es que las fijas poseen un pistón a cada lado del freno y las flotantes solo disponen de presión sobre uno de los lados del freno y solo apoyarse en el otro lado.

6.2.4. Maneta del freno



Ilustración 22. Maneta del freno ^[D]

La utilizamos para accionar el freno delantero a través de un circuito, normalmente hidráulico. El piloto ejerce presión sobre la maneta, que mueve el líquido a través del circuito de forma progresiva según la fuerza con que apriete. Están a nuestra disposición por un precio de 12 €.

6.2.5. Pedal del freno



Ilustración 23. Pedal del freno ^[D]

Es el equivalente a la maneta de freno, pero este actúa sobre el freno trasero. Esta vez, el circuito hidráulico viene activado a través de un pedal de freno en el lado derecho de la motocicleta. Este componente lo podemos adquirir por un precio de 6 €.

6.3. Sistema de embrague

Los embragues de motocicleta constan de varias partes, todas las cuales trabajan en conjunto para conectar y desconectar la transmisión del motor. Las partes principales del embrague se dividen en dos categorías: unidad de accionamiento y accionado. Las piezas de accionamiento incluyen el eje del embrague y los discos del embrague, los cuales están conectados por dientes en el borde interior del disco que engrana con las acanaladuras del eje exterior. El eje del embrague está conectado a la rueda dentada del motor por una cadena o correa. Las partes accionadas son la campana del embrague y los discos de fricción. Nosotros tenemos que conseguir los actuadores para el sistema de embrague, que son los siguientes:

6.3.1. Maneta de embrague



Ilustración 24. Maneta lista para montar ^[D]

La maneta del embrague consiste en una manecilla y un circuito hidráulico que ejerce presión sobre el embrague. Mediante la maneta, el embrague puede separarse o unirse del conjunto y así poder cambiar de marcha. Esta manecilla se encuentra en la empuñadura izquierda de la dirección de la motocicleta. La maneta de embrague tiene un coste de 13 €.

6.3.2. Palanca de cambio



Ilustración 25. Palanca de cambio ^[D]

La palanca de cambio es el accionador que utilizamos para cambiar la marcha con la que circula la motocicleta. Se encuentra en el lado izquierdo inferior de la moto y se acciona con ese pie. Normalmente, el cambio de marchas consiste en pulsar para meter la primera marcha y, a partir de ahí, se eleva para subir de marcha y se baja para reducir de marcha. Al igual que el pedal de freno, la palanca de cambio tiene un precio de 6 €.

6.4. Chasis

Es el cuerpo principal de la motocicleta, una estructura que aporta rigidez al conjunto y sirve de soporte para el motor y para el piloto.

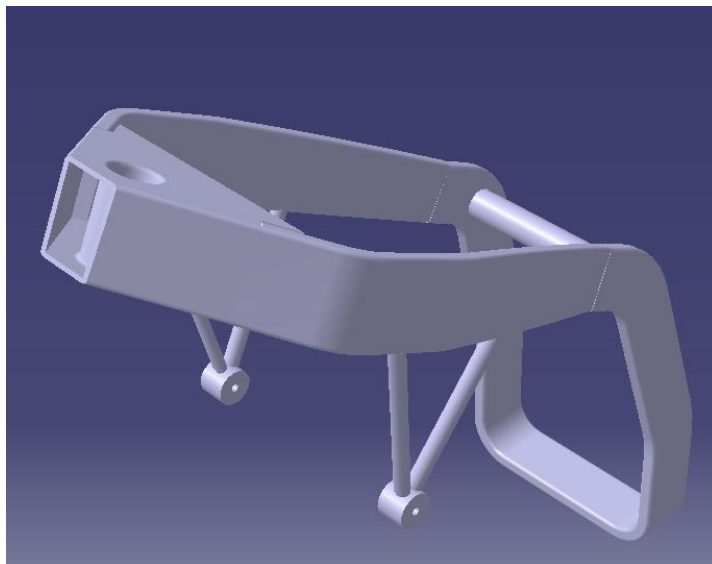


Ilustración 26. Chasis diseñado por el equipo³

El chasis da forma a la motocicleta y es donde se sustentan el resto de los componentes de la misma. Este elemento tiene que ser capaz de soportar tanto los esfuerzos torsores como los flectores sin modificar su geometría ni afectar a la dirección. El chasis está unido a la suspensión delantera por medio de la potencia, que es el nombre que recibe el punto de unión. El segundo punto de anclaje es para unirlo con el motor. Además, el motor estará anclado al basculante por otro punto de anclaje. Pedimos precio a un taller industrial (MAP), que nos facilitará todos los trabajos de soldadura. Nos ofrece un precio por el chasis de 3.000 € siendo solo una unidad, para un lote nos ofrecería un buen descuento y, después de comparar, decidimos que es la mejor opción.

³El modelado de la imagen ha sido realizado en Solid Edge por Pablo Santos Díaz.

6.5. Suspensiones

Las motocicletas necesitan incorporar en su estructura unos anclajes elásticos entre la estructura principal y el terreno. La razón es bien sencilla: como la superficie por la que se transita no es uniforme, se producen constantes elevaciones y hundimientos del conjunto. Esto, a pequeñas velocidades, no plantea excesivas dificultades, pero a medida que la velocidad va aumentando se llega a un punto en el que la motocicleta salta sobre el terreno por efecto de la inercia. En este punto, la motocicleta pierde contacto con el suelo y, por tanto, la capacidad de maniobra, siendo peligroso para la integridad de los conductores.

Para evitar estos efectos se intercala un mecanismo entre las ruedas y el bastidor. Este mecanismo o, mejor dicho, mecanismos, forman el conjunto de lo que se denomina suspensión, por mantener en ese estado a la motocicleta «suspendida».

6.5.1. Horquilla

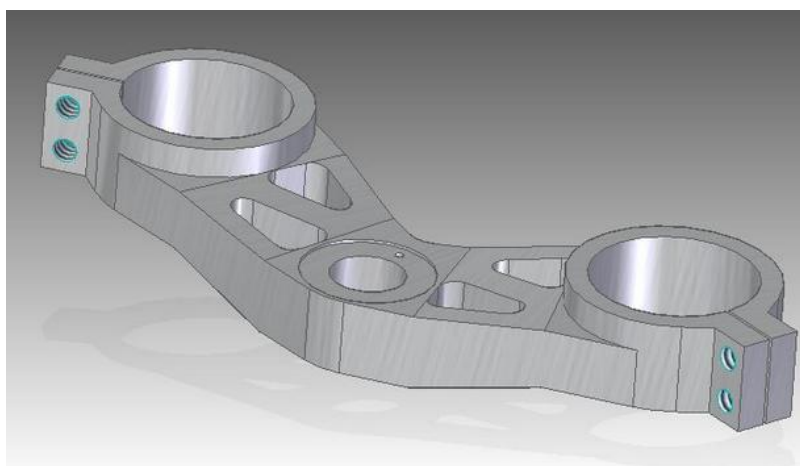


Ilustración 27. Horquilla diseñada por el equipo⁴

Este elemento consiste en una pieza con forma de barra, que contiene un conjunto de tubos, muelles y arandelas. La función de la horquilla consiste en ser el elemento de suspensión entre el eje delantero de la motocicleta. Gracias a ella, el piloto tiene la capacidad de sentir el terreno y poder adecuar su marcha. Tenemos un precio de 500 € de producción al fabricante que incluye las botellas de soporte. La horquilla tiene una pieza gemela parecida encima del chasis llamada tija. Esta última la encontramos por 100 €.

⁴El modelado de la imagen ha sido realizado en Solid Edge por Juan Augusto Halzagüe.

6.5.2. Basculante:

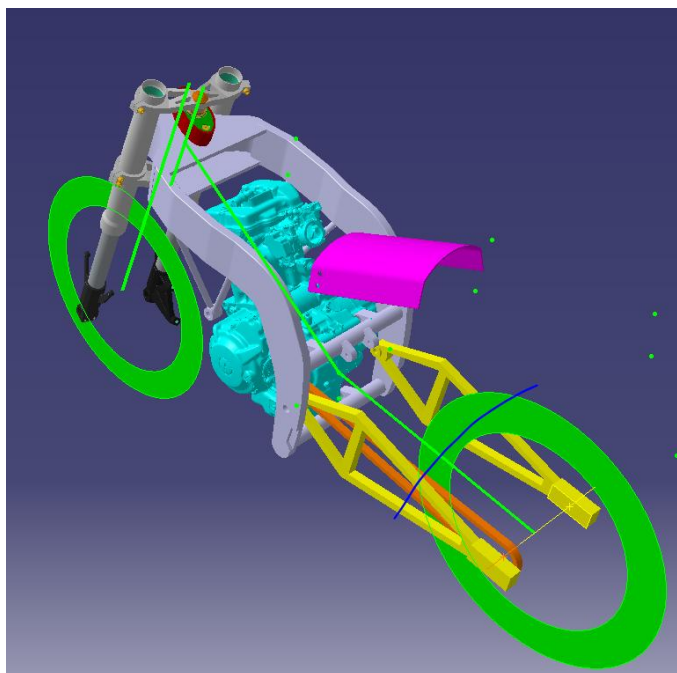


Ilustración 28. Basculante en amarillo diseñado por el equipo⁵

La suspensión trasera une el chasis con el basculante, y su principal finalidad es la de mantener la rueda trasera en el suelo, para poder aplicar tanto el par motor, como el par de frenada. La función del basculante es la sujeción de la rueda trasera permitiéndola un movimiento circular alrededor de un eje. A su vez, le permite soportar los esfuerzos en frenada y momentos torsores dependiendo de la trayectoria de la moto. Producimos un diseño propio y, por lo tanto, lo mandamos fabricar. Nuestro taller de confianza nos da un precio de 1.250 €.

6.5.3. Amortiguador de la dirección

Esta pieza, específicamente en las motos, consiste en un eje sobre el que va montado un resorte. La función del amortiguador es dar progresividad a la suspensión para una mejor conducción. El amortiguador está facilitado por la Organización por un precio de 40 €.

⁵El modelado de la imagen ha sido realizado en Solid Edge por Pablo Santos Díaz.

6.5.4. Amortiguador trasero

El amortiguador trasero sirve para colocar el bastidor en la mejor posición para alojar la rueda y para absorber las imperfecciones del terreno. Conseguimos un precio de 300 €.

6.6. Dirección

La dirección de la motocicleta es el conjunto de órganos que permiten modificar la orientación de la trayectoria para así poder tomar una curva.

6.6.1. Semimanillares y cañas



Ilustración 29. Semimanillares a la izquierda y cañas a la derecha ^[D]

Son las piezas con las que el piloto puede manejar la dirección de la motocicleta. Están divididas en dos mitades para aumentar la maniobrabilidad y mejorar el manejo de la moto. Contando con las cañas y los puños de goma tenemos un precio unitario para el prototipo de 25 € y de 15 € para la serie de producción.

6.7. Carenado

Denominamos carenado a la pieza que realiza el revestimiento de la mecánica de la motocicleta, puede estar fabricado en fibra de vidrio, fibra de carbono, plástico u otro material que se adapte al chasis con fines principalmente aerodinámicos, aunque también estéticos. El carenado de una motocicleta de competición consta de cuatro partes diferenciadas, las cuales explicamos a continuación:

- **Cúpula:** ocupa la parte superior delantera de la moto, incluye un parabrisas transparente, para que el piloto pueda tener visión cuando se acople.
- **Quilla:** se localiza en la parte inferior, la posición exacta es entre las dos ruedas, y sirve para unir las dos partes laterales.
- **Laterales:** es la parte más grande del carenado dan forma a la motocicleta y protegen la gran parte de la mecánica, que se encuentra en el interior. Son los elementos de unión entre cúpula y quilla y dan continuidad al carenado completo.
- **Colín:** es independiente del resto de partes del carenado. Ocupa la parte trasera de la motocicleta y va sujeto al subchasis, además de llevar la iluminación trasera en el caso de contar con alguna. También se encuentra en el colín el asiento del piloto.



Ilustración 30. Carenado, pieza exterior, en blanco, de la MotoStudent 3

El carenado lo compraremos, ya que no disponemos de un diseño propio. Además, contando todas las piezas diseñadas internamente, creemos que es lo más indicado, puesto que tener un modelo estándar de carenado nos da mejor adaptabilidad por si hubiese que modificar diseños de mecánica interna. Incluyendo el carenado completo y la espuma del sillín, tenemos un precio unitario para el prototipo de 700 € y, aplicando los descuentos que nos ofrecen los proveedores para la serie que tenemos que fabricar, el precio unitario sería de 455 €.

6.8. Grupo motriz

Agruparemos aquí toda la parte de la moto que se ocupa de producir movimiento a partir del combustible. El conjunto del motor más la corona nos viene proporcionado por la Organización a un precio de 1.200 €.

6.8.1. Motor

Es la parte de la motocicleta capaz de hacer funcionar todo el conjunto, transformando la energía que proviene del combustible en par que va a las ruedas y nos permite movernos. La Organización nos facilita un modelo de combustión Honda CBR250R con las siguientes características: 4 tiempos, 26CV, 22.9Nm a 7000 rpm, 4 válvulas, y con una cilindrada de 250 cc.

6.8.2. Cadena de transmisión



Ilustración 31. Cadena preparada para montar ^[D]

Es la responsable de transmitir el movimiento que nos da el motor hasta la corona de la rueda trasera, dándonos el movimiento para movernos en el eje de la rueda. Es una cadena formada por eslabones que se encajan en el piñón del motor y van hasta la corona de la rueda trasera. La cadena de transmisión es facilitada por la Organización.



6.8.3. Colectores

Son el conjunto de tubos que se usan para distribuir la mezcla de aire y combustible dentro de los pistones o para sacar los gases residuales que se producen después de la combustión hacia el escape. Estas piezas son de diseño propio y tenemos que mandarlas fabricar por un precio de 250 € a nuestro taller de fabricación.

6.8.4. Filtro del aire

Un filtro de aire es un dispositivo que elimina partículas sólidas. Es necesario para que al motor le llegue un aire lo más limpio posible y con pocas partículas en suspensión. El filtro de aire de combustión evita que materias abrasivas penetren en el cilindro del motor, que pudieran provocar un desgaste mecánico o contaminación del aceite del motor. Lo podemos encontrar por un precio de 40 € de forma unitaria y con buen descuento en lotes de 600.

6.9. Airbox

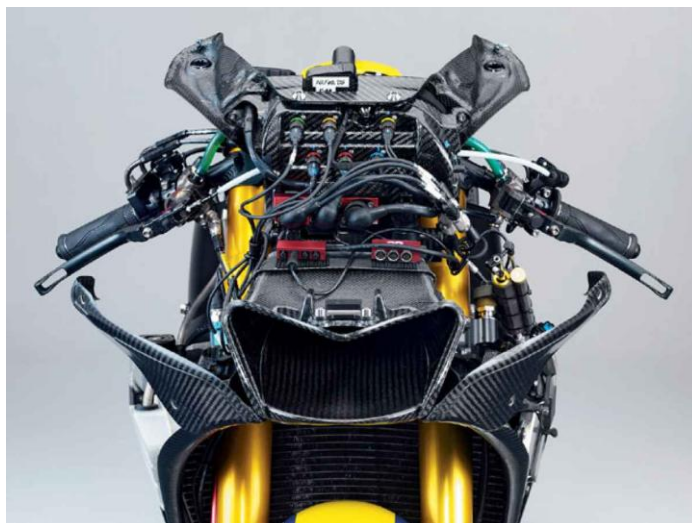


Ilustración 32. Entrada de aire del Airbox de una motocicleta deportiva ^[E]

Es la parte del morro de la moto que tiene un conducto y que le da un estilo afilado. Esta sección tiene anexo a un conducto que llega a las válvulas de admisión, de manera que introduce el aire en el motor a mayor presión y con ello se mejora la mezcla en el motor de combustión interna.

Necesitamos conocer conceptos como el punto de remanso, el vórtice o el volumen de control, entre otros. Necesitamos un conducto que tenga pocas curvas para que no se originen vórtices en el recorrido y con ello se experimenten pérdidas el fluido. El recorrido tiene que ser recto y directo, en la medida de lo posible. El desarrollo del airbox es propio y tenemos una estimación del coste de fabricación de unos 150 €, al cual se le añadirán unos costes de 25 €, ya que no es un pieza terminada. En nuestro equipo, la persona encargada del airbox es Miguel Ángel García.

6.10. Radiador

El motor, por medio de la combustión, genera una gran cantidad de calor. Aumentar mucho la temperatura en el bloque motor puede ser perjudicial para la mecánica. El radiador es la pieza que reduce la temperatura del motor. Esta acción permite aumentar la eficiencia mediante el intercambio de calor con el exterior. El radiador lo colocaremos en la parte delantera para que pueda tener todo el aire limpio posible y, así, una mejor evacuación del calor.

El radiador será comprado por un precio de 100 € en cada unidad al proveedor, y con un descuento notable de 60 € en la tirada.

6.11. Sistema eléctrico

6.11.1. Contador

La motocicleta necesita un cuadro para poder controlar la velocidad y las revoluciones para así realizar una conducción eficiente.

El contador será comprado por un precio de 40 € en cada unidad al proveedor y un porcentaje de descuento unitario del 30 % en el lote de 600.

6.11.2. Batería



Ilustración 33. Batería elegida para nuestra motocicleta ^[D]

La motocicleta necesita de energía eléctrica para alimentar el motor de arranque y las bombas. Esta energía la proporcionará una batería de 12V y 4Ah. Disponible a un precio de 15 € directo del proveedor.



6.11.3. Cableado

Todo el sistema eléctrico de que dispone la motocicleta necesita ser conectado entre sí para poder tener alimentación y así poder cumplir sus funciones. Diseñamos un sistema de can-bus.

Disponemos de un proveedor que nos oferta toda la cantidad de cable necesaria para la moto (unos 15 m) por 15 €.

6.12. Latiguillos

Los latiguillos son los conductos necesarios para llevar el aceite al motor, el agua de la refrigeración del radiador al motor y el combustible hasta los cilindros. Toda la cantidad necesaria podemos encontrarla a un precio de 32 €.

6.13. Almacenaje de combustible

6.13.1. Depósito

El depósito de combustible o tanque de combustible es un contenedor seguro para líquidos inflamables, que suele formar parte del sistema del motor, y en el cual se almacena el combustible, que luego será inyectado al motor para la combustión. Los depósitos pueden estar fabricados de aluminio o de poliuretano de alta densidad.

Fabricaremos un diseño propio de aluminio y a un coste de fabricación de una unidad por 400 € en el taller que tenemos concertado.



6.13.2. Bomba combustible

Es la encargada de llevar el combustible desde el depósito al motor para su posterior combustión. Es una pieza clave en la moto y tenemos que asegurarnos de que funciona perfectamente y de que cumple nuestras necesidades.

Esta pieza la compramos por 100 € para el prototipo, aplicando el descuento para la cadena de montaje.

6.14. Tubo de escape con silenciador

El tubo de escape es la parte por la que escapan al ambiente los gases de combustión que han sido formados en el motor. Además, esta pieza se encarga de amortiguar el ruido que se produce en el motor y mejora el rendimiento, ya que también baja la temperatura del mismo. A su vez, sirve para reducir la contaminación gracias al catalizador y a que gran cantidad de la gravilla generada en la combustión se queda en el conducto en vez de ir al aire.

Compramos las piezas al proveedor por 250 € por unidad y se nos aplicará un descuento en el lote de 600 unidades.



En esta tabla mostramos de forma resumida los costes, proveedores y descuentos de todas las piezas, las diferenciamos por el tipo: comprada, suministrada o diseñada. Aunque estas piezas estén compradas no significa que no se haya trabajado en ellas. Un ejemplo de ello sería el diseño del cableado de la motocicleta:

Nombre de la pieza	Tipo de pieza	Coste unitario	Proveedor
Airbox	Diseñada	175 €	Matricería Alcalá
Amortiguador de la dirección	Comprada	40 €	J. Juan
Amortiguador trasero	Comprada	300 €	Shimano
Basculante	Diseñada	1.250 €	MAP
Batería	Comprada	15 €	AliExpress
Bomba de combustible	Comprada	100 €	Gepco
Cableado	Suministrada	15 €	KAD
Caña de gas y puños	Comprada	25 €	Shimano
Carenado completo	Diseñado	700 €	SpeedFiber
Chasis	Diseñada	3.000 €	MAP
Colectores	Diseñada	250 €	MAP
Contador	Comprada	40 €	KAD
Espuma del asiento	Comprada	15 €	MAP
Filtro del aire	Comprada	40 €	AliExpress
Freno delantero	Suministrada	200 €	Organización
Freno trasero	Comprada	163 €	Organización
Horquilla y botellas de la moto	Comprada	500 €	MAP
Latiguillos	Comprada	32 €	Gepco
Motor	Suministrada	1.200 €	Organización
Pedal, estriberas	Comprada	150 €	Shimano
Pinza de freno delantero	Suministrada	-	Organización
Pinza de freno trasero	Comprada	-	Organización
Radiador	Comprada	100 €	AliExpress
Rueda delantera	Suministrada	138 €	Organización
Rueda trasera	Suministrada	165 €	Organización
Silenciador de escape	Comprada	250 €	JAC motors
Sistema de embrague	Comprada	19 €	AliExpress
Tanque de combustible	Diseñada	400 €	MAP
Tija superior	Diseñada	100 €	MAP
Tubos del radiador	Comprada	20 €	AliExpress

Tabla 2. Costes, tipo y proveedor



7. Elección del método de montaje

Una vez que tenemos fabricadas o compradas las piezas a los proveedores, cada uno de los elementos que componen las motocicletas, tenemos que elegir el método de montaje. Existen dos opciones con dos presupuestos distintos, por lo que tenemos que adecuarnos a nuestro número de ventas y comprobar cuál es la más rentable. Las dos opciones posibles son las siguientes: en estático y en línea. A continuación, las desglosaré y, posteriormente, concluiremos cuál elegir:

7.1. Estático

Este método está caracterizado por realizar un montaje en lugar fijo donde se realizan las operaciones de montaje de la motocicleta, todo sobre un banco o una mesa. Los trabajadores montan todas las piezas de una en una hasta que tienen la moto terminada. Se necesita coordinación y trabajo en equipo para poder realizar esta tarea correctamente. El número mínimo de empleados para esta labor ha de ser de tres personas, también es necesaria una posterior revisión para comprobar que todo está montado como debe ser.

Para la realización de este proceso de montaje necesitamos tener la zona de almacenaje adecuada y ordenada para que todo se lleve a cabo de la manera más eficiente posible. El almacén ha de estar separado en dos zonas. En la primera zona, tendremos las piezas ya desembaladas provenientes de los proveedores o de la fabricación de las mismas. Todas las piezas estarán almacenadas de forma masiva, pero colocadas de forma organizada para su rápido acceso en caso de necesidad. La segunda es la zona cercana a la mesa de montaje que tendrá todos los componentes para el ensamblaje de la motocicleta. Esta zona es más accesible y está cerca de los operarios de manera que exista un trabajo más rápido y fluido. Los operarios se encargarán de tener esta zona siempre equipada con todos los repuestos necesarios antes de que empiece el montaje de cada moto. Son necesarios tres bancos de montaje que tienen un precio de 2.000 €.

Para el montaje de una motocicleta completa se necesita un operario durante 6 horas. Como hemos mencionado anteriormente, contaremos con tres bancos de trabajo para poder montar tres motocicletas de forma simultánea. Se debe contratar a un oficial de primera que se ocupe de realizar las comprobaciones pertinentes, además de montar las motocicletas. Sacando tres motos diarias tendríamos una producción máxima de 720 motocicletas, teniendo en cuenta los periodos de vacaciones, lo que nos permitiría cumplir sobradamente con la demanda requerida. Como las 120 motos restantes no se fabricarían, el oficial podría contar con ese tiempo para dedicarse a otras tareas y realizar las pruebas de las motocicletas correspondientes y los otros dos operarios podrían encargarse de recepcionar y mover el material para fabricar las motocicletas o para tener la zona de trabajo limpia.



Ilustración 34. Taller de montaje y reparación de motocicletas ^[E]

A partir del chasis y del basculante se debe atornillar el motor y la transmisión al cuadro de la motocicleta. Para realizar esta acción, necesitaremos una llave de torsión. Antes de poner las ruedas tenemos que colocar los kits de frenado; después, pondremos las ruedas y neumáticos. A continuación, ponemos el subchasis de la motocicleta.



Una vez que tenemos la parte fuerte de la motocicleta armada en el banco, colocaremos el sistema de refrigeración y el sistema eléctrico. Instalaremos el manillar y todos sus componentes: las empuñaduras, los mandos de embrague y el sistema de frenos. Ahora es el turno del escape y de las tomas de aire, tanto el airbox como la entrada al radiador.

En este punto, solo queda terminar de poner la carrocería, el depósito y conectar todo el cableado necesario. Lo último, sería realizar el serigrafiado y la colocación de pegatinas pertinentes solicitadas por el cliente.

7.2. Línea productiva

El trabajo en línea se basa en trabajar sobre una cinta transportadora en la que se realiza el montaje, pasando por diferentes etapas donde se van completando determinadas acciones, como añadir, colocar apretar o mover piezas, hasta que al final de la línea la motocicleta esté completada y lista para probar. Las piezas han de almacenarse únicamente cerca de la cinta de montaje y de la etapa donde se vayan a utilizar, para así optimizar el tiempo de montaje además de poder evitar movimientos inútiles de las piezas y accidentes a la hora de transportarlas.

Para trabajar en la línea son necesarios un mínimo de tres operarios por estación. Aparte, también es necesaria la figura del revisor para hacer las comprobaciones pertinentes. La cantidad de operarios es elevada ya que son necesarias al menos cinco estaciones para montar una motocicleta, como por ejemplo, chasis, suspensiones y direcciones, sistema eléctrico, subchasis, airbox, etc.

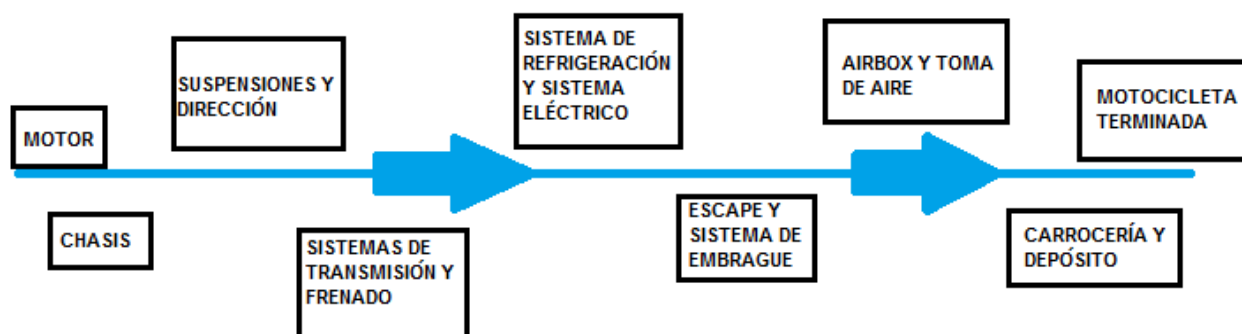


Ilustración 35. Esquema de trabajo en línea

Una cinta transportadora tiene un gran coste, además de que se deben adecuar todos los puestos de trabajo para poder trabajar en las condiciones óptimas. Se puede estimar un coste de unos 100.000 € contando con la instalación de los puestos de trabajo.

Si tenemos todas las estaciones trabajando a pleno rendimiento y con todos los operarios en condiciones normales, estimamos un tiempo medio por estación de 10 minutos. Con este tiempo tendríamos montada una moto en 50 minutos con una cadencia de aproximadamente 10 minutos entre una



motocicleta y otra, dando un total de seis motos por hora. Durante la primera hora de producción, solo se pueden fabricar dos motocicletas, ya que es una producción en continuo y se necesita una inercia logística para que la producción coja velocidad. Con un turno de ocho horas resultaría un total de 44 motos diarias, como se detalla a continuación:

$$\begin{aligned} 6 \text{ motocicletas/hora} \times 7 \text{ horas} &= 42 \text{ motos} \\ 42 \text{ motos (7 horas)} + 2 \text{ motos (primera hora)} &= 44 \text{ motos} \end{aligned}$$

7.3. Método elegido

Comparando los dos métodos, tenemos que decantarnos por la opción de trabajar en estático. Tenemos una serie muy pequeña de motocicletas para poder amortizarla y que salga rentable con la producción en línea.

La opción de trabajar en línea nos daría la facilidad de una producción rápida y la posibilidad de tener todas las motos listas en muy poco tiempo. En principio, nuestra forma de vender las motos no va a requerir tanta velocidad de producción. Una producción en línea con nuestra serie de motocicletas incrementaría el coste final de venta en gran medida. Además, se tiene que tener en cuenta que todas las motos que no se vendan deberán ser almacenadas, lo que supone también otro coste añadido y el cual no tenemos previsto. Asimismo, requeriría más empleados con sus respectivas nóminas.

A través de la web de alquiler www.masprofesional.com encontramos una nave con la siguiente descripción:

«Cuenta con 850 m² de superficie y 6 metros de altura. Se distribuye en planta baja con espacio principal diáfano con una zona frontal de acceso peatonal, aseos, vestuarios y almacén, y entreplanta, oficinas con aseos. Pavimentación de hormigón en la nave y cerámico en el resto de estancias. Suministro de agua y electricidad. Dispone de almacén trasero adicional de 300 m².» ^[1]

Todo con un precio 1.600 €/mes.



Ilustración 37. Imágenes de la nave seleccionada ^[F]

8.2. Organización de la fábrica

Una vez que ya tenemos nuestro edificio escogido, tenemos que decidir cómo vamos a aprovechar el espacio disponible. Buscaremos la forma más segura y eficiente. Debemos colocar la parte de almacenamiento cercana a la puerta –ya que también es la zona de recepción de materias– y, a su vez, cerca de la zona de montaje para ahorrar tiempos. Además, contamos con una zona extra en la zona trasera para almacenar material de uso no inmediato. La idea es recepcionar en la parte externa el material, poner en la parte delantera de la nave lo que vayamos a necesitar inmediatamente y el resto en la parte trasera. De la zona de almacenaje pasamos a uno de los bancos de trabajo donde montaremos las motos. A continuación, las haremos pasar por la parte de serigrafiado o de acabados que nos haya pedido el cliente dentro de nuestra oferta. Una vez finalizada la moto, pasamos al banco de pruebas.



Ilustración 38. Plano explicativo de la nave

La nave tiene un despacho en la zona superior (zona azul) el cual nos sirve para ubicar la zona administrativa y comercial de nuestra futura empresa, debajo del despacho se encuentran los aseos. A la derecha de la zona del despacho ubicaremos las motocicletas terminadas para que formen parte de la exposición y, a la vez, las podamos almacenar dentro de la nave. Esta zona la situamos cerca de la zona de acabados por si hubiera que realizar cambios o añadidos, y cerca de una puerta (líneas rojas) para poder sacar las motos a través del otro almacén.

Para la zona de montaje, necesitamos un material en herramientas y utillajes estimado en 5.000 €, en los que se incluyen: dos grúas, el equipo de herramientas, el mobiliario necesario (donde incluimos varios muebles para servicio y armarios de herramientas), una enllantadora y un set aerógrafo.



Ilustración 39. Banco de montaje ^[E]

Para la zona de pruebas, pedimos presupuestos de bancos de pruebas a Soft-Engine, una empresa especializada en este tipo de equipamiento. Nos decantamos por el modelo de banco de pruebas «Braker40». El precio que nos ofrece el comercial es de 15.000 €, que es un precio reducido, puesto que es un modelo que está industrializado y de la gama más pequeña que ofrecen. Si bien es cierto que se trata de un aparato del que podríamos prescindir, nos valemos con solo uno para realizar las pruebas pertinentes en cada moto.



Ilustración 40. Banco de pruebas ^[E]

Material	Precio (unitario)	Proveedor	Unidades
Aerógrafo	50 €	SoloStocks	1
Banco de montaje	2.000 €	SoloStocks	3
Banco de pruebas	15.000 €	Soft-Engine	1
Grúa	119 €	SoloStocks	2
Enllantadora	1.250 €	Corgi	1
Equipo de herramientas	10.000 €	Varios	-
Mobiliario	4.000 €	SoloStocks	-

Tabla 3. Coste de utillajes y sus proveedores



8.3. Contratación de empleados

Vamos a realizar un resumen de la plantilla que necesitamos para poder sacar adelante nuestra tirada de motocicletas:

Principalmente, necesitaremos tres operarios para que puedan montar las motocicletas. Estos tres operarios trabajarán de forma paralela montando motocicletas, a un ritmo de una motocicleta diaria cada uno, puesto que el tiempo de montaje medio estimado es de seis horas. Contrataremos a un oficial de primera y dos oficiales de tercera. Esto repercute en el salario, ya que a mayor categoría más cobran los operarios, pero es totalmente necesario, pues aunque todos pueden montar una motocicleta, el oficial de primera puede revisarlas y probarlas en el tiempo restante que le queda antes de finalizar su jornada laboral. Los oficiales de tercera son necesarios, ya que no necesitarán tanta formación como un peón. Además, estos operarios pueden organizar el almacén, limpiar y colocar los materiales entrantes mientras el oficial de primera hace las revisiones pertinentes, además de ir promocionando en la categoría con el transcurso de los años.

El negocio necesita, además de operarios que realicen el montaje, un administrativo que contacte con los clientes y que haga las veces de comercial y de responsable de la gestión de los materiales entrantes. Su misión principal es contactar con los clientes, cerrar las ventas, contactar con los proveedores y administrar las cuentas de la empresa. Se hará cargo de gestionar todos los cobros y pagos y, además, será la persona de contacto.

Tenemos en cuenta que se deberá reservar una partida para subcontratar personal. Estos últimos podrán trabajar en ferias y ayudar al administrativo a la hora de dar soporte a clientes o simplemente repartiendo información o folletos de muestra en los eventos en los que tenemos pensado estar presentes. Este personal se contrataría a través de agencias de trabajo temporal con un servicio por obra de 1 ó 2 días.



A continuación, desglosamos los salarios que percibirá todo el personal de la empresa, a partir del sueldo estimado por la Organización (que se indica en el Anexo final de este trabajo):

Personal fijo	Retención IRPF	Salario neto	Salario bruto
Oficial de primera	10 %	2.408 €	2.675 €
Administrativo	8 %	2.050 €	2.228 €
Oficial de tercera	7 %	1.521 €	1.635 €
Salarios total			6.538 €
Anual			91.532 €

Tabla 4. Salario de los trabajadores neto y bruto

Nuestro personal dispone de una jornada laboral distinta, según el cargo que desempeña en la empresa. Los oficiales de tercera tienen una jornada laboral continua de 8.00 h a 15.30 h, con un descanso de media hora. El administrativo dispondrá de una jornada laboral en horario partido para poder dar mejor asistencia a los clientes, su horario será de 9.00 a 18.30 h, con un descanso de hora y media para la comida. El oficial de primera compartirá el horario del administrativo para poder montar las motocicletas por la mañana y ayudar a los oficiales de tercera en las dudas que les puedan surgir en los montajes. Las tardes las dedicará a la realización de las pruebas y, en caso de que fuera necesario, daría soporte al administrativo en información técnica a la hora de interactuar con los clientes. Todos los trabajadores están sujetos al Convenio colectivo del Sector de Industria, Servicios e Instalaciones del Metal de la Comunidad de Madrid.



9. Proceso de calidad

Para poder vender un producto bueno y con grandes cualidades, tenemos que implantar y aplicar unos procesos de calidad. La calidad es posiblemente el elemento más visible para el cliente y el más determinante. Tiene mucho peso sobre la satisfacción final y sobre la posibilidad de repetir una compra o recomendar nuestra marca a su entorno (conocidos, familiares o amigos). La calidad se puede medir fácilmente y por eso es un factor clave, que tenemos que evaluar de la mejor manera posible.

El cliente nos puede juzgar a través del grado de satisfacción que le aportan nuestros productos. Esta satisfacción se compone de varios puntos que tenemos que tener en cuenta:

- El diseño de nuestro producto tiene que responder a las necesidades reales de nuestro cliente.
- El producto debe ser entregado con las especificaciones que se han acordado.
- Debemos entregar nuestro producto dentro del plazo acordado con el cliente, independientemente de los retrasos de nuestros proveedores.
- Nuestro producto ha de ser seguro y dar una garantía de ello.

Para conseguir calidad hay que ofrecer un muy buen producto con un servicio intachable de forma consistente. Es necesario implantar procesos de operaciones y procedimientos sistemáticos y, en todo momento, se ha de tener control sobre ellos para realizar comprobaciones.

La calidad de producción se consigue mediante una alta dosis de disciplina y un método de trabajo. Ambos aspectos son la base de una producción eficiente e impecable. Los empleados han de estar a gusto con la empresa y tienen que trabajar bien, siguiendo las normas preestablecidas para el montaje. Es necesario tener un contacto directo con los operarios encargados de esta tarea para poder escuchar cualquier aportación que contribuya a mejorar el sistema de trabajo.



Ya que la totalidad de nuestras piezas provienen de proveedores externos y nosotros no fabricamos nada, tenemos que basar la calidad en buscar un montaje perfecto. A su vez, es importante hacer un test de comprobación eficiente en nuestro banco de pruebas, para saber que nuestra motocicleta cumple con las especificaciones requeridas. No obstante, podemos aplicar la idea de calidad a todas las partes de la industrialización de la moto:

- **Fase de diseño:**

En esta etapa, se puede trabajar sobre la calidad en multitud de aspectos. Se debe tener muy claro que se trata de la primera etapa y que sobre ella se sustentan las demás. Toda nuestra información debe estar normalizada. A ser posible, debemos utilizar todos el mismo software. A su vez, debemos saber todos los materiales que vamos a utilizar. El objetivo es que todas piezas que mandamos fabricar tengan el mínimo de errores y de interpretaciones posibles.

- **Fase de recepción y almacenaje:**

Debemos ser precisos a la hora de organizar el almacén. Hay que tener claro cuáles son las piezas que se van a emplear más y situarlas en la zona de uso directo. A la hora de recepcionar los materiales, debemos actuar de manera rigurosa y rápida para que pasen a la intemperie el menor tiempo posible. Se han de llevar a cabo inspecciones visuales del producto entrante y debemos hacer especial hincapié en la inspección de las soldaduras tanto del chasis como del basculante.

- **Fase de montaje:**

Para el montaje de cada motocicleta es necesario un tiempo de 7 horas. En este tiempo se incluye todo el montaje y la revisión de cada parte montada por parte del mismo operario que trabaja en la moto. Hay que ser ordenado y seguir el protocolo de montaje. Después del montaje total, se efectuará una revisión completa por parte del operario de mayor experiencia. Además, cada motocicleta será etiquetada con el objetivo de conseguir que el prototipo se monte de la forma preestablecida y que se pueda identificar cualquier problema que pudiera surgir.



- **Fase de puesta a punto:**

Esta fase se centra en la realización de cuatro puntos a tener en cuenta:

- **Inspección visual;**
 - **Comprobación de especificaciones;**
 - **Abastecimiento;**
 - **Chequeo completo.**
-
- i) **Inspección visual:** es la revisión completa de la motocicleta para comprobar que está correcta.
 - ii) **Comprobación de especificaciones:** se verifica que la motocicleta es la solicitada por el cliente. Si la fabricación fuera destinada a almacenamiento en stock, esta fase se obviaría.
 - iii) **Abastecimiento:** se deben rellenar todos los depósitos que afecten a la mecánica de la moto, es decir, el aceite del motor, el sistema de refrigeración y el sistema de frenado.
 - iv) **Chequeo completo:** se comprueba que funciona la batería de la motocicleta, el sistema de frenos, que cuenta un mínimo de gasolina, se enciende y se rueda hasta que alcance una temperatura de funcionamiento... También, hay que comprobar la salida de humos para cerciorarse de que se tiene una mezcla adecuada en el cilindro. Si todas estas comprobaciones son las correctas, la motocicleta estará disponible para la venta y uso.

- **Fase comercial:**

En esta fase tenemos que dar soporte a nuestros clientes del mejor modo posible. Se les debe informar de la manera más completa y proporcionar unos plazos reales para que no generar problemas más adelante. Tampoco queremos que nuestra actividad se termine en la venta de la motocicleta. Se debe mantener el contacto con los clientes para proporcionar ayuda y dar soporte en los mantenimientos.



10. Resumen de costes totales e inversión

Llegados a este punto, disponemos de todos los gastos asociados a la fabricación de la motocicleta. Primero, realizamos una tabla con el precio unitario del lote de 600 unidades:

Nombre de la pieza	Precio lote de 600	Cantidad descontada	Coste unitario	Descuento
Airbox	122,50 €	52,50 €	175 €	30 %
Amortiguador de la dirección	32 €	8 €	40 €	20 %
Amortiguador trasero	270 €	30 €	300 €	10 %
Basculante	500 €	750 €	1.250 €	65 %
Bomba de combustible	80 €	20 €	100 €	20 %
Cableado	13,50 €	1,50 €	15 €	10 %
Caña de gas y puños	15 €	10 €	25 €	40 %
Carenado completo	455 €	245 €	700 €	35 %
Chasis	1.200 €	1.950 €	3.000 €	65 %
Colectores	125 €	125 €	250 €	60 %
Contador	28 €	12 €	40 €	30 %
Espuma del asiento	8,70 €	6,30 €	15 €	50 %
Filtro del aire	28 €	12 €	40 €	30 %
Freno delantero	170 €	30 €	200 €	15 %
Freno trasero	146,7 €	16,3 €	163 €	10 %
Horquilla de la moto	200 €	300 €	500 €	60 %
Latiguillo	28,80 €	3,20 €	32 €	10 %
Motor	840 €	660 €	1.500 €	55 %
Pedal, estriberas	120 €	30 €	150 €	20 %
Pinza de freno delantero	-	0 €	-	-
Pinza de freno trasero	-	0 €	-	-
Radiador	65 €	35 €	100 €	35 %
Rueda delantera	110,4 €	27,6 €	400 €	40 %
Rueda trasera	132 €	33 €	600 €	40 %
Silenciador de escape	212,50 €	37,50 €	250 €	15 %
Sistema de embrague	7,5 €	11,5 €	19 €	60 %
Tanque de combustible	160 €	240 €	350 €	65 %
Tija superior	40 €	60 €	100 €	65 %
Tubos de radiador	12 €	8 €	20 €	40 %
Total	4.865 €			

Tabla 5. Costes unitarios vs coste por lote y descuento



Los descuentos conseguidos nos los ofrecen los proveedores al hacer pedidos grandes, pues serán de algo más de 600 unidades. Tenemos la previsión de realizar mantenimientos y de ser el punto de contacto entre cliente y proveedor, por lo que nuestros pedidos serán mayores que la tirada de motos prevista. Estos precios ya cuentan con fecha de entrega cerrada a 15 días y entregas de piezas en lotes pequeños suficientes para mantener la producción. No obstante, en el almacén contamos con espacio suficiente para albergar el material necesario para un mes de trabajo, en caso de que se dieran retrasos. Solo realizaremos un pedido mayor al principio para disponer de material en el almacén y poder comenzar la producción. Todos los precios llevan incluidos los portes.

Una vez que tenemos el precio de coste unitario de las piezas aplicando el descuento que nos realiza cada proveedor por la adquisición de un lote, tenemos que sumar el coste de los sueldos, del utillaje y del alquiler de la nave:

Alquiler	Coste
Mensual	1.600 €
Anual	19.200 €
Coste unitario por moto	32 €

Tabla 6. Costes totales del alquiler

Utillajes	Coste
Grúas	119 €
Bancos de montaje	2.000 €
Equipo de herramientas	10.000 €
Enllantadora	1.250 €
Aerógrafo	50 €
Mobiliario	4.000 €
Banco de pruebas	15.000 €
Total	32.419 €
Total unitario por moto	54 €

Tabla 9. Costes en utillajes

Personal	Sueldo
Oficial de primera	2.675 €
Administrativo	2.228 €
Oficial de tercera	1.635 €
Salarios total	6.538 €
Anual	91.532 €
Coste unitario por moto	153 €

Tabla 7. Costes totales del personal

Publicidad/eventos	5.000 €
Total unitario por moto	8 €

Tabla 8. Costes en publicidad

Total a sumar por moto	239 €
-------------------------------	--------------

La cifra que indicamos a continuación es aquella que debemos sumar a nuestro coste unitario de fabricación por motocicleta:

$$4.865 € + 239 € = 5.104 €$$



En el punto actual del proyecto general estamos por encima del precio de coste impuesto por la Organización. No obstante, muchos precios son variables, ya que se tendrán que negociar nuevos proveedores y nuevos precios que pueden y deben bajar estos costes un mínimo de 250 € para poder estar dentro de lo que nos exige la Organización.

De modo que podamos iniciar el negocio y llevarlo a cabo, debemos realizar una inversión mínima. Para estos costes, tomaremos en cuenta el precio del primer prototipo de nuestra motocicleta, el alquiler de medio año (más la fianza, que es el precio del último mes de contrato), el material para un tercio de la tirada, los sueldos de un año completo de la plantilla, todo el gasto de utillajes, gastos de reforma y adecuación de la nave y, además, una inversión en publicidad y eventos. A continuación, desglosamos los gastos mencionados en una tabla:

Inversión	Coste
Alquiler de 6 meses	11.200 €
Personal	50.841 €
Publicidad/eventos	5.000 €
Utillajes	32.419 €
Materiales	953.200 €
Reforma	30.000 €
Total	1.082.660 €

Tabla 10. Inversión necesaria

El desglose de los gastos nos da como resultado una inversión mínima de, aproximadamente, un millón cien mil euros para empezar el negocio. Se recomienda establecer un precio de venta del modelo básico con un margen del 30 % sobre el coste de fabricación para conseguir una buena rentabilidad y posibilidades reales de mantener el negocio. El precio del modelo básico sin serigrafiado sería de 6.500 €, aproximadamente. Una vez implantado el negocio se prevé disponer de mejores gamas con sucesivos incrementos de precio.



11. Estudio de mercado

Ahora, pasaremos a analizar el modo en que tenemos que vender nuestra motocicleta. Tenemos una tirada de motos bastante corta, por lo que es imprescindible vender todas las unidades. Nuestro producto, al ser una moto de competición, está enfocado prácticamente en su totalidad a un público masculino con un rango de edad de entre 16 y 35 años. Aunque, en estos últimos años, el público femenino empieza a irrumpir cada vez con más fuerza en la competición, esto nunca nos supondrá un inconveniente gracias a nuestra capacidad para personalizar las motos.

El mundo del motor es una afición costosa, así que dirigiremos nuestro objetivo a personas de un poder adquisitivo medio-alto, alto o de lujo. Esto es así, ya que tener una moto de competición conlleva muchos gastos aparte del mantenimiento: el transporte de las motos al circuito, obtención de licencias, reposición de ruedas, etc. Nuestra empresa tiene que tener representación en los acontecimientos donde se concentre la mayor cantidad de aficionados al motor. Es importante estar presente en todos los eventos deportivos del Campeonato mundial de motociclismo disputados en nuestro país:

- Gran Premio Movistar de Aragón;
- G.P. Monster Energy de Catalunya;
- Gran Premio bwin de España;
- Gran Premio Motul de la Comunitat Valenciana.

La instalación de un *stand* sería lo ideal de manera que el público pudiera visitarnos, ver nuestras motocicletas y recibir información, ya que en dichos eventos será cuando exista mayor afluencia de personas amantes del mundo del motociclismo de competición. Si no fuese posible disponer de un *stand*, siempre se podría contar con personal repartiendo folletos de publicidad.

Los campeonatos del Circuito Mundial no son los únicos grandes eventos, pues existen campeonatos regionales donde, posiblemente, tengamos buenas oportunidades de vender más motocicletas. A través de conversaciones con la Real Federación de Motociclismo o con las Federaciones de cada comunidad autónoma, es posible organizar un campeonato con un único modelo de motocicleta, de manera que seamos nosotros quienes suministremos la totalidad. Con toda probabilidad, tendríamos que venderlas a un precio mínimo, pero sería una buena manera de despachar una gran cantidad de motos –un mínimo de 60 entre las motos que compiten y las de repuesto–.

Otra cita importante del motociclismo es el Salón MotoMadrid, que representa el mayor escaparate nacional dedicado al mundo de la motocicleta. En esta feria, ya disponemos de *stand*, pues la Universidad Carlos III de Madrid cuenta con uno para presentar el prototipo de la MotoStudent del año correspondiente. Con el objetivo de crear una zona dedicada a la venta de nuestro producto y de llevar una moto para exhibir al público, tan solo tendríamos que coordinarnos con el responsable del equipo de la universidad para repartir y compartir el espacio entre todos.



Ilustración 41. Equipo de la Universidad en MotoMadrid

Puesto que no todo el mundo puede permitirse la adquisición de una moto de competición, una forma de explotarla y acercarla a un gran número de seguidores es vendérselas a empresas que las alquilen en los circuitos. En España, existen empresas que se dedican a ello; adquieren motos y ofrecen alquileres de un día entero por precios entre 250 € y 550 €. Este precio que, a priori, podría parecer alto se debe al mantenimiento de las motos y al seguro en caso de accidente. Nosotros contactaremos con empresas que alquilan motocicletas de competición, como por ejemplo Only Bikes Racing. De este modo, podremos venderles un lote de motocicletas y encontrar una buena forma de dar salida a un número elevado de motos.

Otra manera de despachar una gran cantidad de motocicletas sería contactar con las empresas de venta de «experiencias», como Wonderbox. Al igual que ya se hace con coches de alta gama –que se permite alquilarlos para su conducción dentro de un circuito–, nuestras motos de competición se emplearían del mismo modo: venderíamos unas cuantas motocicletas a la empresa en cuestión –personalizándolas incluso con publicidad o logos de su empresa– y, así, ellos podrían disponer de las motos en los circuitos.

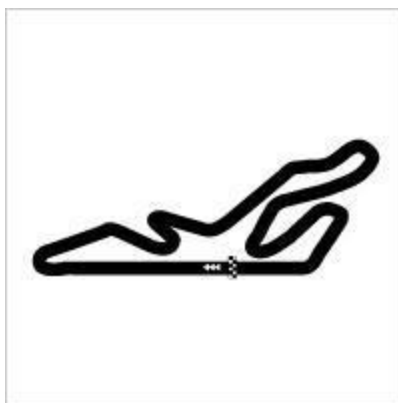


Ilustración 42. Circuito del Jarama ^[C]

También propondríamos organizar nuestro propio sistema de alquiler de motocicletas, con una flota básica de unas pocas motos en el circuito más cercano, que en Madrid sería el circuito del Jarama. En este circuito, cada quince días, se suele dedicar uno al uso de tandas libres. En estos días sería cuando aprovecharíamos para llevar y alquilar nuestras motos en el circuito. Al ser de fabricación propia y de una cilindrada media, podemos reducir los costes y ganar muchos clientes principiantes que se quieran iniciar en el mundo del motor.

Nuestra empresa se ofrece para realizar mantenimientos y reparaciones puntuales con clientes de confianza. También, se da soporte siendo un enlace entre nuestros clientes y los proveedores para, de esa manera, poder vender repuestos. El equipo de la Universidad ya dispone de una página web y de perfiles en redes sociales. Una buena idea es impulsar estos dos medios para transformarlos en un punto de encuentro entre diseñadores y clientes y que sirva, además, como tienda y soporte.

12. Conclusiones

Este proyecto abarca toda la organización del equipo de la Universidad Carlos III de Madrid para el proyecto de fabricación y rodaje de la MotoStudent 4, que participará en la competición en otoño de 2016. Sienta las bases de organización del equipo y los pasos que hemos seguido o que vamos a seguir hasta la finalización de la competición. Hemos conseguido poner en marcha un proyecto a base de duro trabajo. En este punto del proyecto, no nos hemos desviado ni un ápice de la dirección marcada. Aún queda mucho trabajo y un largo camino por recorrer, pero, si seguimos las pautas establecidas, tendremos la capacidad de competir en las mejores condiciones posibles. Nuestra implicación personal en el proyecto es inconmensurable y formamos un equipo lleno de ilusión que quiere ofrecer la mejor representación de nuestra universidad.

Somos conscientes de que nuestro proyecto, propone un modelo de industrialización que no cumple los requisitos mínimos exigidos por la Organización. No obstante, defendemos presentar un proyecto de industrialización **real**, sin datos recortados ni maquillados solo para conseguir cumplir con dichos requisitos. Nuestra experiencia nos dice que es mejor trabajar desde la honestidad y ser realistas con los presupuestos y con los gastos para conseguir un mejor resultado.

Como conclusión final del modelo de nuestra empresa., podemos realizar un análisis DAFO:

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solo disponemos de un modelo ➤ Contamos con un presupuesto limitado ➤ Representamos a una marca emergente 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elección de otra marca más consolidada y con más experiencia ➤ Otros sistemas de <i>renting</i> ➤ Preferencias por correr con moto propia
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bajo coste ➤ Oferta de motos de competición a <i>renting</i> y empresas de «experiencias» ➤ Desarrollo en lugar de venta, posibilidad de <i>feedback</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gran pasión por el motociclismo en España ➤ Capacidad de abaratamiento de costes y proveedores ➤ Mejorar la tirada ➤ Añadir más modelos



13. Posibles mejoras

La primera mejora necesaria en este proyecto es la depuración de gasto hasta reducirlo a ser posible al precio indicado por la Organización. A la hora de hablar del proyecto del prototipo, tendríamos que localizar una mayor cantidad de proveedores para aumentar así las ofertas, consiguiendo mejores precios de producción y así poder ahorrar en el presupuesto tanto del prototipo como del lote de fabricación. También sería necesario un estudio de la normativa que nos vamos a encontrar para poder vender nuestras motocicletas en el mercado ibérico.

Por otro lado, y con vistas a crecer como empresa, creemos que la principal mejora debería proceder de una ampliación de mercado. Somos una empresa con una tirada muy corta de motocicletas y, por ello, a través de la venta de distintos modelos e, incluso, fabricando para fuera del mundo de la competición, seríamos capaces de aumentar la tirada que producimos. Ampliar los modelos de fabricación tiene que ser una opción a estudiar si queremos crecer como empresa, ya que ampliar la familia de productos garantiza mayor oferta para que el cliente elija.

Como consecuencia derivada del punto anterior, nos ayudaría a mejorar recurrir a otro método de montaje. El montaje en estático es posible debido a nuestra producción de pequeñas tiradas. Por tanto, y para finalizar, si aumentase nuestra demanda, tendríamos que pasarnos al modelo de montaje en línea.



14. Bibliografía

14.1. Fuentes citadas

[1] Masprofesional: www.masprofesional.com Activa: 22/09/2015

14.2. Fuentes de ilustraciones

[A] Todomotos: <http://www.todomotos.com> Activa: 22/09/2015

[B] Moto Engineering Foundation (MEF) (2015), *IV Competición Internacional MotoStudent 2015-2016. Reglamento de la Competición*

[C] Marca: www.marca.com Activa: 22/09/2015

[D] SoloStocks: www.solostocks.com Activa: 22/09/2015

[E] Maquinaria y ocio: www.maquinariayocio.com Activa: 22/09/2015

[F] Masprofesional: www.masprofesional.com Activa: 22/09/2015

14.3. Fuentes de referencia y consulta

- Álvarez Río, Ana (2015), *Estudio de la comercialización, industrialización y viabilidad económica de una moto de competición*, Proyecto de fin de carrera, Universidad Carlos III de Madrid
- Apuntes asignatura Oficina técnica (2014), Grado en Ingeniería Mecánica, Universidad Carlos III de Madrid
- Apuntes asignatura Organización Industrial (2014), Grado en Ingeniería Mecánica, Universidad Carlos III de Madrid
- Arias Paz, Manuel (2000), *Motocicletas* (55ª edición), Dossat
- Bermejo Corredor, Alberto (2014), *Proyecto industrial, viabilidad económica y comercialización de una moto de competición*, Trabajo de fin de grado, Universidad Carlos III de Madrid
- El Confidencial: www.elconfidencial.com Activa: 22/09/2015
- Federación de Metal, Construcción y afines de Madrid de UGT, Federación de Industria de CC OO-Madrid y Asociación de Empresarios del Comercio e Industria del Metal de Madrid (AECIM) (2013-2014), *Convenio colectivo de*



la Industria, Servicios e Instalaciones del Metal de la Comunidad de Madrid,
Federación de Industria de CC OO-Madrid

- Marín Soler, Alberto G. (2014), *Proceso de fabricación e industrialización de 500 motocicletas de 250 cm³*, Proyecto de fin de carrera, Universidad Politécnica de Cartagena
- Motorpasion: www.motorpasion.com Activa: 22/09/2015
- Only Bikes Racing: www.onlybikesracing.com Activa: 22/09/2015
- Pep Motor: www.pepmotor.es Activa: 22/09/2015
- Zamora Arjona, Jaime (2010), *Evolución y estudio de los procesos de fabricación del prototipo MotoStudent 2010*, Proyecto de fin de carrera, Universidad Carlos III de Madrid


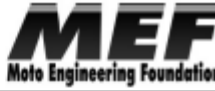
14.4. Proveedores

Para la realización de este proyecto se han consultado y se ha contactado con los siguientes proveedores, para conseguir precios y descripciones de los productos:

- Alibaba: www.alibaba.com Activa: 22/09/2015
- Corghi: www.corghi.com Activa: 22/09/2015
- Gepco: www.gepco.com Activa: 22/09/2015
- J. Juan: www.jjuan.es Activa: 22/09/2015
- JAC Motors: www.jacmotors.cl Activa: 22/09/2015
- KAD: www.gdkadi.com Activa: 22/09/2015
- MAP e hijos, mecánica de precisión. C/ García Llamas, 13, 28053 Madrid. Teléfono: 91 478 89 65
- Matriceria Alcalá: www.matriceria-alcala.com Activa: 22/09/2015
- MecaPlast: www.mecaplast.es Activa: 22/09/2015
- Shimano: www.shimano.com Activa: 22/09/2015
- Soft-Engine: www.soft-engine.org Activa: 22/09/2015
- SoloStocks: www.solostocks.com Activa: 22/09/2015
- Speed Fiber: www.speedfiber.com Activa: 22/09/2015

Anexo

Detalle de precios de fabricación y salarios ^[8]

<div>  <div> COSTES DE FABRICACIÓN  </div> </div>		
CONCEPTO	Coste (€)	Unidad
Mano de Obra		
Oficial 3a mecánica/peón/mecanizado/mantenimiento	11	hora
Oficial 2a mecánica/mecanizado/mantenimiento	14	hora
Oficial 1a mecánica (encargado)/mecanizado/mantenimiento	18	hora
Administrativo/a	15	hora
Ingeniero Industrial / Técnico	24	hora
Gerencia	28	hora
Materiales		
Acero	2	kg
Acero inoxidable	4	kg
Aluminio	5	kg
Fibra de carbono + resina	150	kg
Fibra de vidrio + resina	75	Kg
Pintura	13	Kg
Componentes		
PETROL - Motor básico (Sin incluir escape, admisión y electrónica)	950	unidad
PETROL - Cuerpo inyector / Carburador	72	unidad
PETROL - ECU (Centralita)	110	unidad
ELECTRIC - Motor básico	950	unidad
ELECTRIC - Controlador	1000	unidad
ELECTRIC - Celda de batería 40 A.h	65	unidad
ELECTRIC - Transformador	90	unidad
Neumático delantero	60	unidad
Neumáticos trasero	80	unidad
Pinza de freno delantera	90	unidad
Pinza de freno trasera	75	unidad
Disco de freno delantero	86	unidad
Disco de freno trasero	70	unidad
Pastilla de freno delantera	24	unidad
Pastilla de freno trasera	18	unidad
Llanta delantera	78	unidad
Llanta trasera	85	unidad
Puño rápido	28	unidad
Empuñadura izquierda	12	unidad
Amortiguador trasero + muelle	102	unidad
Cadena de transmisión	65	unidad
Cúpula	27	unidad

